Über gegliederte Milchsaftgefässe im Fruchtkörper von *Lactarius deliciosus.*

Von dem c. M. Prof. Dr. **Adolf Weiss** in Prag.

(Mit 4 Tafeln.)

(Arbeiten des k. k. pflanzen-physiologischen Institutes der deutschen Universität in Prag. XV.)

Gegliederte,[1] d. h. aus Zellreihen entstandene Milchröhren, wie solche bei vielen Phanerogamen (Papaveraceen, Cichoriaceen etc.) auftreten, waren bisher im Gewebe der Pilze gänzlich unbekannt. Ich entdeckte dieselben beim Untersuchen junger Fruchtkörper von *Lactarius deliciosus*, und die Auffindung schien mir wichtig genug, die Sache weiter zu verfolgen, um so mehr, als damit ein neues, den Fusionsbildungen höherer Pflanzen völlig identisches Formelement in einer der niedersten Gewächsabtheilungen constatirt werden konnte, deren Zusammensetzung aus einer einzigen Art von Zellen unbestritten feststand.

Die Literatur über den Bau der sogenannten Milchblätterschwämme ist eine sehr spärliche, noch dürftiger und zum Theile äusserst verworren die Angaben über die den Milchsaft führenden Gewebeelemente.

Corda[2] hat zuerst eingehender, und für seine Zeit recht anerkennenswerthe mikroskopische Untersuchungen über den

---

[1] Im Sinne von de Bary. Vergl. Anatomie. 1877, p. 199.

[2] Icones fungorum. Tom. III. 1839 u. IV. 1840.

Gegenstand veröffentlicht.[1] Nach ihm bestehen[2] „die meisten der von ihm untersuchten Agaricinen, was ihr Fruchtlager betrifft, aus zwei verschiedenen Gewebeformen, welche sich gegenseitig vielfach durchflechten und umhüllen. Die eine dieser Gewebeformen besteht aus kugeligen oder vielseitigen Zellen von nicht sehr variirendem Längs- und Seitendurchmesser, wie die Markzellen oder jene parenchymatöser Gewebe. Sie zeichnen sich stets durch Grösse aus und sind gleichsam theilweise umschlossen von der zweiten Gewebeform, welche in Gestalt sehr langgestreckter, fädiger Zellen erscheint, die parenchymatösen Zellen durchwebt, und deren Zellen nur bei einigen Arten der *Russulae* nicht fadenförmig sind, sondern sehr klein und derb (Taf. VII, Fig. 106 von *Russula foetens*; Fig. 104 von *R. adusta*). Nicht immer sind beide Formen strenge geschieden, sondern gehen oft in einander über oder substituiren einander gegenseitig.[3] Bei vielen Arten der Abtheilung (*Agaricus Russula*) besteht die Mittelschichte aus den grossen Parenchymzellen des Hutes und Strunkes. Diese bilden kugelige oder walzige Nester, welche der anderen Zellschicht eingelagert sind. Diese Nester bestehen (bei *R. foetens*) aus grossen, um eine centrale Axe vereinigten, strahlig gestellten Zellbündeln, welche von aussen nach innen und im Blatte (Lamelle) von unten (der Kante) nach oben zu, an Zahl, Grösse und gedrängter Stellung zunehmen, und das körnige Aussehen des Hut- und Strunkfleisches im Bruche und Schnitte bedingen.“

---

[1] Wohl gibt C. H. Schultz (Sur la circulation et sur les vaisseaux lactifères. Paris. 1839.) auf Taf. I, Fig. 1 und 2, einen Längs- und Querschnitt aus *Lactarius deliciosus*, die aber, wie bereits Corda (Icones. III. p. 42) richtig bemerkt, „sehr confus“ und der „Natur durchaus unähnlich“ sind. Corda fügt zugleich bei: „dass man bei einer Vergrösserung, nach der die Prof. Schultz'sche Abbildung gefertigt wurde, weder den Saft, noch dessen Strömen sehen kann“. — Schultz nennt die Milchröhren unserer Pflanze „*veines jaunes*“ und will natürlich auch ein „Strömen“ in denselben gesehen haben, aber nicht wie bei den „Lebensgefässen“ höherer Gewächse, ein Auf- und Absteigen der Ströme, sondern nur ein Aufsteigen. Warum übrigens Corda meint: „dass kein *Agaricus* weniger als *A. deliciosus* geeignet ist, dieses Gefässsystem zu zeigen“, ist unerfindlich.

[2] L. c. III. p. 41 ff.

[3] Erst Bonorden hat mit grosser Klarheit die Identität dieser von Corda als selbstständige Gewebe aufgefassten Formen erwiesen.

[4] l. c. p. 42.

Bezüglich der Milchröhren lesen wir: „Bei mehreren Täublingen und einigen Milchlingen ist diese äusserste Zellschichte (das Hymenium nämlich) ganz eigenthümlichen Ursprunges[1] und Baues, indem die blinden Endigungen eines sich unendlich verzweigenden Saftsystemes dieselbe bilden.[2] Bei *R. foetens* (seine Fig. 106) findet man nämlich zwischen den Zellen der beiden verschiedenartigen Zellsysteme ein drittes System gelagert, welches beide vielfach durchwebt und aus vollständigen, unter einander mannigfach communicirenden, hellen, continuirlichen, engen (?) Röhren besteht, welche eigene Wände haben, und einen milchartigen, halb durchsichtigen, weissen, körnigen Saft führen, der sich langsam nach der verschiedenen Richtung dieser Röhren zu bewegen scheint (!). Diese Röhren, der in ihnen enthaltene Saft, ihre Richtung und die Bewegung, und der Körnerinhalt des Saftes rufen unwillkürlich die „*Vasa lacticis*" ins Gedächtniss. Die Gestalt der Saftkörnchen oder Bläschen, dessen Erstarrung und Zersetzung beim Austritte aus der Röhre, und der eigenthümliche Geschmack, und die Farbe machen es noch wahrscheinlicher, dass dieser Saft ‚Lebenssaft, Milchsaft, Latex' ist und die Röhren wahre Circulationsgefässe sind", deren erste, deutliche Nachweisung im Reiche der Pilze Corda für sich in Anspruch nimmt.

Diese Lebensgefässe[3] durchlaufen nach ihm alle Organe und Gewebe des *Agaricus (Russula) foetens;* sie sind fast gleichmässig vertheilt, nur die Blätter (Lamellen) und die äussere Rindenschicht scheint deren einige (sic!) mehr, als die Parenchymgewebe des Hutes und der mittleren Substanz des Strunkes zu

---

[1] Die Abbildung: Taf. VII. Fig. 106, zeigt die Rosetten recht correct dargestellt, besser als die viel späteren Figuren von Bonorden. Die Milchröhren sind als vielfach anastomosirende, unseptirte Röhren gezeichnet, deren keulenförmig aufgetriebene, oben mit einer kleinen, köpfchenförmigen Ausstülpung schliessenden Endigungen das Hymenium seiner Hauptmasse nach darstellen, in welchem nur zerstreute, sporenbildende Basidien stehen.

[2] Am deutlichsten gelang ihm, wie er schreibt, die Darstellung dieser Verhältnisse bei *Agaricus foetens* und *Consobrinus*; bei den anderen Galorrhöen hinderte ihn die schnell austretende opake Saftmasse.

[3] C. H. Schultz: Abhandlungen über die „Cyclose", besonders seine Preisschrift: Sur la circulation et sur les vaisseaux lactifères. Paris. 1839, waren eben erschienen.

besitzen. Die Röhren sind hell, fast stets gleich dick, meistens geschlängelt und vielfach verästelt. Sie treten aus dem grosszelligen in das kleinzellige Parenchym über und so umgekehrt, und da, wo das grosszellige Parenchym noch Nester bildet, da lagern sich oft die Zellen des letzteren sternförmig um ein Milchgefäss,[1] und umgeben es eine Strecke weit mit einer walzigen oder wurstförmigen Zellscheide. Die Gefässe communiciren ausserordentlich häufig mit einander[2] durch kürzere oder längere Queräste, ganz in der Form wie es die Lebensgefässe in parenchymatösen Organen (z. B. bei den columnären Euphorbien oder in den Blättern der Dikotylen) thun. Da, wo sich die Lebensgefässe der Oberfläche des Blattes (Lamelle) nähern, da senden sie eigene, lange, blind anliegende Äste ab, welche mit ihren kegelförmigen Spitzen die äusserste Schichte des Blattes und Hymeniums bilden. Diese eigenthümliche Bildung scheint bei noch mehreren Arten der Lactarien und Russula vorzukommen. Die blinden Anhänge enthalten denselben Saft, welcher sich bei den Gefässen bildet. Derselbe ist so mit Körnchen erfüllt, dass er völlig dick, breiartig und fast undurchsichtig ist, und die Gefässe strotzen von diesem Safte."

Später gibt Corda[3] einen Querschnitt des Strunkes von *R. foetens* var. *lactiflua*, der die Rosetten und das sie trennende englumige Hyphengewebe, sowie die Anordnung der Milchröhren recht brauchbar wieder gibt. Im ebenfalls abgebildeten Längsschnitte durch den Stiel erscheinen die grossmaschigen Säulen ebenfalls ganz gut gezeichnet, die übrigen Gewebepartien sind aber verfehlt dargestellt. Das Mittelfeld der Rosetten wird auch bei diesen Figuren von einem, die grossmaschigen Säulen in ihrer Mitte durchziehenden Milchsaftgefässe eingenommen.

---

[1] Bei *Lactarius deliciosus* habe ich niemals gesehen, dass das Mittelfeld einer Rosette von einem Milchsaftgefässe eingenommen wurde.

[2] Bei *Lactarius deliciosus* konnte ich eine solche Communication, die auch de Bary angibt, niemals constatiren; immer entpuppten sich bei genauerer Beobachtung die vermeinten Communicationsstücke zweier Hauptstämme als Zweige des einen, die ganz nahe über oder unter dem zweiten lagen und dort entweder in eine andere Ebene ausbogen und so scheinbar endeten, respective mit dem anderen Hauptstamme verschmolzen schienen, oder genau über oder unter diesem zweiten Gefässe fortliefen.

[3] Icones Fungorum. Tom. IV. 1840. Tab. X, Fig. 139.

Im Texte[1] wird erwähnt, dass die sehr zahlreichen Milchsaftgefässe zwischen den kleinen Faserzellen und grösseren Zellbündeln liegen. Sie sind vielfach verästelt und dicht verschlungen; ihre Wand ist einfach, dick, hell und er konnte weder Scheidewände noch quere Verbindungen auffinden. Im Querschnitte sind die Gefässe rundlich oder eiförmig, und von ihrer Umgebung oft unregelmässig flach gedrückt, und sie durchlaufen höchst unregelmässig die Lücken des Gewebes und füllen oft die Höhlung (!) der in runde Züge gestellten grossen Zellen. Ihre Milch ist kleinkörnig, die Körner ungleich, und an der Luft und im Wasser aufquellend und zerfliessend. Die Milch ist weiss, undurchsichtig, dünnflüssig und wird später im Vertrocknen klebrig, wie aufgelöster Gummi.

Im Gegensatze zu diesen, immerhin für die Kenntniss des Baues der Milchschwämme grundlegenden Untersuchungen, ist Kützings[2] verworrene Darstellung. Er gibt für die meisten milchführenden Agaricus-Arten milchführende Intercellularräume an. Diese verästeln sich nach ihm bei *Agaricus vietus* (seine Taf. IX, Fig. 2) und anastomosiren, verengern und erweitern sich, wie die Milchzellen der Phanerogamen. In seiner Abbildung erscheinen aber diese milchführenden Intercellularräume des Textes mit eigenen Wandungen gezeichnet, und um die Confusion voll zu machen, nennt er diese Gebilde in der Tafelerklärung auf einmal gar Milchzellen.

Noch unberechtigter erscheint Schleiden's[3] Behauptung, bei *Agaricus deliciosus* sei der Milchsaft „bestimmt in kleinen Gruppen parenchymatischer Zellen enthalten", doch fügt er bei, dass man auch wirkliche Milchsaftgefässe in Pilzen gefunden haben will.

Schacht[4] bildet (Fig. 25) eine Gewebepartie des Fliegenschwammes ab mit darin vorkommenden, mit „Milchsaft erfüllten Zellen" und erwähnt, dass sich sowohl im Stiele als im Hute von *Amanita muscaria* neben einander Zellen mit wasserhellem und

---

[1] Pag. 49.

[2] Philosoph. Botanik. I. 1851, p. 247.

[3] Grundzüge der wissensch. Botanik. 1861. pag. 279. — Also drei Jahre nach Bonorden's Arbeiten!

[4] Lehrb. d. Anat. u. Phys. d. Pflanzen. I. 1856, p. 166 ff.

mit körnigem, hellgelb gefärbtem Inhalte vorfinden; wo dieselben schlauchförmig erscheinen, würden sie Milchsaftgefässe genannt. Ihr Bau entspricht genau den übrigen Zellfäden, sie sind kein besonderes anatomisches Element des Pilzes, nur ihr Inhalt unterscheidet sie von den benachbarten, gleichfalls aus Zellen bestehenden Fäden. Dasselbe gilt für *Agaricus deliciosus* und *Agaricus piperatus;* auch hier fehlen wirkliche Milchsaftgefässe.

Bonorden's vortreffliche Arbeiten[1] haben den Bau der Gattungen *Russula* und *Lactarius*, die hierin ausserordentlich grosse Ähnlichkeit zeigen, klargelegt, wenn auch dessen Abbildungen vielfach zu wünschen übrig lassen, wegen zu grosser Schematisirung derselben. Bei der Gattung *Russula* besteht nach ihm[2] der Strunkquerschnitt aus Lagen von runden, blasigen Zellen und aus Lagen feiner cylindrischer, septirter Hyphen, welche regelmässig (?) seitlich abwechseln. Die blasigen Zellen erscheinen in rundlicher Abgrenzung vereinigt, und umsponnen von einem anderen, fädigen Gewebe, sie bilden somit im Strunke aufsteigende runde Säulen, welche von den septirten Hyphen umlagert sind. Beim ersten Anblicke ist man geneigt, beide Gewebe für verschieden und unabhängig zu halten, zerfasert man aber mit feinen Nadeln einen Längsschnitt, so erkennt man, dass die blasigen Zellen nur Erweiterungen der septirten Hyphen sind. Diese verästeln sich, senden die Äste nach innen in den Raum, welchen die Säulen der blasigen Zellen einnehmen, erweitern sich zuerst zu einer birnförmigen oder obovalen Zelle und aus dieser sprosst[3] eine grössere hervor. Diess ist auch der Grund, wesshalb die grossen, blasigen Zellen, welche länger als

[1] Botan. Zeitung. 1858, p. 201 ff. u. Taf. V u. VI.

[2] L. c. pag. 203 ff.

[3] Das ist nicht richtig. Die grössere Zelle sprosst nicht aus der nächst unteren hervor, sondern die Hyphenäste gliedern sich beim Weiterwachsen in ganz derselben Weise, wie es bei den Gliederhaaren der höheren Pflanzen geschieht. Ist diese Ausgliederung (d. h. Zellvermehrung) an der Spitze des Zweiges abgeschlossen, so schwillt die Endzelle birn- oder flaschenförmig an, und bildet sich die ihr nächste Gliedzelle schliesslich zu der bleibenden Form aus, genau in der Art und Weise, wie ich es (Karsten's botan. Mittheilungen, 1867) zuerst für die einfachen Köpfchenhaare der Phanerogamen nachgewiesen habe.

dick sind, mit dem grösseren Durchmesser in den Radien des Strunkes, nicht in der Richtung der Axe liegen. Die septirten Hyphen der *Russula* sind hiernach das Grundgewebe, die blasigen Zellen nur das formgebende Element. In den Querschnitten des Strunkes erscheinen die septirten Hyphen indess nicht als Punkte, oder wie quer durchschnittene Röhren, sondern die blasigen Zellen sind wie umsponnen von feinen Fasern. Diess sind ohne Zweifel die seitlichen, zur Bildung der blasigen Zellen eingebogenen Hyphen. In den Hut der *Russula* dringen die septirten Hyphen ein, sie bilden darin aber keine begrenzte Lager, sondern liegen zerstreut und gemischt mit den blasigen Zellen, welche hier ebenfalls von ihnen entspringen; grösstentheils aber verwandeln sie sich schon bei Übergange des Strunkes in den Hut in blasige Zellen, und setzen sich concatenirt in denselben fort, wesshalb im Hute die blasigen Zellen das vorwaltende Element seiner Zusammensetzung sind. Die Corticalschicht besteht nur aus den septirten Hyphen, die Lamellen enthalten nur grosse, blasige Zellen, welche mit einer dünnen Lage kleiner, rundlicher Zellen nach beiden Flächen hin bedeckt sind, und von dieser erheben sich die grossen, birnförmigen Basidien, welche an starken Stielen 2—4 Sporen tragen. Die Gattung *Lactarius* stimmt im Allgemeinen mit Russula im Bau überein. Auch hier liegen die blasigen Zellen in Säulen vereinigt und umgeben von den Lagen septirter Hyphen, deren Fortsetzungen sie sind. Die blasigen Zellen sind aber hier mehr oboval und stossen mit den zugespitzten Enden im Centrum der Säule zusammen, so dass sie in Längs- und Querschnitten wie Rosetten erscheinen. Die Säulen enthalten hier weniger Zellen, sie sind dünner. Die septirten Hyphen, welche sie umgeben, werden bei Lactarius von den Milchgefässen begleitet. Diese haben keine Septa, sie steigen, sich verästelnd, im Stengel aufwärts, treten in das Hutpolster ein, verzweigen sich aber vorzüglich an der Basis der Lamellen und dringen dann in diese ein. In den Lamellen liegen sie zwischen den blasigen Zellen. Wie sie endigen, konnte Bonorden nicht ermitteln. Er fügt weiter bei, dass die Milchgefässe bei *Lactarius* schwierig zu untersuchen sind. Sie sind sehr durchsichtig und haben eine grosse Contractilität, so dass sie verwundet ihren Saft schnell

austreiben. Derselbe ist fetter, harziger (?) Natur und überzieht die Glasplatten bald mit einer fettigen Lage. Schneidet man den Strunk eines *Lactarius* rasch quer durch, so dringt der Milchsaft aus beiden Enden, am stärksten aus der Schnittfläche des unteren Endes; Längsschnitte dagegen bluten viel weniger.[1] Ebenso verhält es sich mit dem Hute, aus welchem die Milch am stärksten an der Basis der Lamellen hervordringt,[2] wenn man ein Segment desselben abschneidet, viel weniger, wenn man ein keilförmiges Stück aus demselben in seine Radien trennt.[3] Die Lamellen ergiessen den Saft überall, wo sie verwundet werden, insbesondere an ihrem Rande. Im Centrum des Strunkes haben die septirten Hyphen eine etwas andere Gestalt, sie erweitern sich an verschiedenen Stellen ihrer Continuität und ihre Äste endigen auch hier oft in blasige Zellen. Abgebildet sind die Gewebselemente von *Russula integra* und *violacea* und von *Lactarius pallidus* in zum Theile sehr primitiver Weise, doch hat Bonorden's Arbeit den anatomischen Bau der beiden Gattungen in seinen Hauptzügen endgiltig sichergestellt. Leider ist sein Versprechen, die *Vasa lactea* abgesondert zu behandeln, meines Wissens unerfüllt geblieben.

Hoffmann[4] untersuchte *Lactarius mitissimus*. Nach ihm besteht der Pilz aus drei wesentlich verschiedenen Elementen: aus blasigem Parenchym, verästelten Fadenzellen und Milchsaftgefässen. Das blasige Parenchym ist säulenförmig angeordnet und bildet gewöhnlich (nicht immer) in seiner Mitte einen unregelmässig verlaufenden Intercellulargang. Der Längsschnitt ergibt, dass diese Säulen bald mit anderen in schiefer

---

[1] Aus dem Grunde, weil durch sie, wie wir sehen werden, viel weniger Milchröhren geöffnet werden.

[2] In der That finden sich dort z. B. bei *Lactarius deliciosus*, wie ich fand, die Milchröhren in so erstaunlicher Anzahl, dass ihrer bis 900 auf den Raum eines □Millimeters fallen.

[3] Ein Tangentenschnitt öffnet, wie ich später zeigen werde, dort eine colossale Zahl von Querschnitten von Milchröhren; ein radialer Längsschnitt relativ wenige, die er zumeist der Länge nach trifft.

[4] Icones analyt. fung. I. Heft. 1861, p. 13 ff. und Taf. II. — Die Figuren (halbschematisch gehalten) sind im Allgemeinen sehr correct.

oder gekrümmter Richtung zusammenlaufen, bald aber mit verjüngten Enden, also spindelförmig endigen. Nur bei einem kleinen Theile derselben sind diese Blasen die Enden der fadenförmigen Zellen (Bonorden), sondern ihm scheint hier, wie auch bei *Russula* und sonst nicht selten, eine selbstständige Parenchymbildung vorzukommen. Im Querschnitte erscheinen diese Zellen wie Rosetten, deren Mitte durch den erwähnten Intercellulargang eingenommen wird, der gewöhnlich sehr stark gekrümmt, fast zickzackförmig verläuft. Bisweilen wird das Centrum von einer kleinen Zelle eingenommen. Corda hielt den centralen Intercellulargang für die Milchsaftgefässe, während diese (Bonorden) in dem Umfange der Rosette, aber auch in dem fädigen Gewebe, davon entfernt, verlaufen. Sie stellen, ähnlich den Gefässen im menschlichen Körper, Stämme dar, welche sich unregelmässig in immer feinere Äste verzweigen; die feinsten Zweige endigen blind, einzelne mögen auch Anastomosen bilden; sie sind strotzend mit der granulösen, stark lichtbrechenden, zähen Milch erfüllt, welche in schmierigen Tropfen hervorquillt. Ihre Wände sind elastisch und lassen nach der Entleerung einzelne Septen erkennen. Die Milchsaftgefässe, wie die Parenchymzellen sind umsponnen von einem gelblichen, feinfädigem Gewebe, welches starke Verästelung in jeder Richtung und eine so wirre Verfilzung zeigt, dass man sowohl auf Längs-, wie auf Querschnitten des Strunkes, wo der Verlauf überwiegend senkrecht ist, selten eine einzelne Zelle einigermassen weit verfolgen kann. Selbst an der Stammoberfläche ist der Verlauf im Ganzen so wenig parallel, dass man im Längsschnitt oft ein zartes Parenchym vor sich zu haben glaubt. Die Vertheilung dieser drei Systeme im Pilze ist nun folgende:

Strunk: Zellenzug und Parenchymsäulen meist senkrecht, dicht unter der Rinde überwiegen die Milchsaftgefässe und scharf begrenzte Parenchymsäulen. Die starke Verästelung der Fadenzellen ist die Ursache, warum der Strunk lange Zeit hindurch in die Dicke wächst und erst spät etwas hohl wird; die geringe Ausdehnung derselben in senkrechter Richtung ist der Grund davon, dass man den Strunk leicht quer zerbrechen, aber nicht wohl in Längsfasern auflösen kann. Hut: Zellenzug seitlich an der Oberfläche und nahe dem Lamellengrunde horizontal und hier

die meisten Parenchymsäulen und Milchsaftgefässe;[1] das Innere des Hutfleisches durchaus regellos verwirrt, die drei Elemente nicht scharf gesondert.[2] Die Oberfläche des Hutes ist mit frei abstehenden, dünnen Zellfäden bekleidet, daher sich dieselbe zart, wie Waschleder, anfühlt. Darunter folgt eine gelbliche Zellschicht, auf dem Radialschnitte vom Ansehen eines unregelmässigen eckigen Parenchyms, welches weiter abwärts in Fadenzellen mit eingesprengten Blasen übergeht.[3] Lamellen: Die Trama parenchymatisch,[4] nach Aussen von Fadenzellen durchzogen, die Subhymenialschicht sehr undeutlich, klein parenchymatisch; auf ihr sitzen die Basidien mit scharf abgestutzter Basis.[5]

De Seynes[6] fasst die Milchröhren als milchführende Hyphen auf, beschreibt weiter gewisse Eigenthümlichkeiten im

---

[1] Dasselbe fand ich bei *Lactarius deliciosus*, nur dass die Parenchymsäulen dort am spärlichsten und kleinsten sind.

[2] Anders bei *L. deliciosus*. Auch das innere Hutfleisch zeigt da die Sonderung der drei Elemente. Die Parenchymsäulen steigen vom Stiele aufwärts, von den Hyphenfäden (und Milchröhren) umsponnen, fast senkrecht durch das Hutfleisch der Mittelregion desselben bis nahe an seine Oberfläche, wo sie in meist horizontalen Verlauf umbiegen. Dasselbe geschieht allmälig, rechts und links von der (zugleich dicksten) Mittelpartie des Hutes nach dem Rande desselben.

[3] Bei *Lactarius deliciosus* treten die parenchymatischen Partien bis hart an die Hutoberfläche. Ein Querschnitt trifft sie da meist in ihrer Längsrichtung, weiter nach innen verschieden, je nachdem der Schnitt durch die centrale Hutpartie, wo er sie vorwiegend der Quere oder durch die Randpartien, wo er sie fast ausschliesslich der Länge nach trifft, geführt wurde. Die Milchröhren bilden an der Hutoberfläche ein derselben parallel laufendes Gewirr sich verschlingender Stränge, welche, wie ein radialer Längsschnitt zeigt, weiter abwärts in der Mittelregion des Hutes in nahezu senkrechter, näher dem Hutrande aber geneigter Richtung nach dem Strunke hin verlaufen.

[4] Bei *L. deliciosus* besteht die Trama zum grössten Theile aus dem zarten dicht verästelten Hyphengewebe, nur an der Lamellenbasis sind die Parenchymsäulen einigermassen mit betheiligt. Im Quer- und tangentalen Längsschnitte der Lamellen erscheinen sie als Rosetten. Die Milchsaftgefässe treffen beide Schnitte an der Lamellenbasis fast ausschliesslich so, dass man nur ihre Querschnitte und ganz kurze Stücke derselben sieht.

[5] Ähnlich bei *L. deliciosus*.

[6] Ann. sc. natur. 5. Sér. I. 1864, p. 231 ff. Tab. 12. Hyphenstücke und Milchröhren von *Lactarius deliciosus* (Fig. 3, 4) und *Fistulina buglossoides* (Fig. 5) abgebildet. — Derselbe: Des Fistulines. Paris, 1874.

Baue der Hutoberfläche der Agaricinen, erläutert den Lichteinfluss auf ihr Wachsthum, den Temperatureinfluss auf ihre Färbung (Albinismus) etc. Angeschlossen mag hier werden, dass Tulasne im Gewebe von *Agaricus praecox* und *olearius* lange, mit dichtem Inhalte erfüllte Röhren beobachtete. Näheres darüber fehlt.

Dippel[1] bemerkt: „Hie und da, namentlich bei manchen Agaricus- und Amanita-Arten, trifft man etwas weitere, hie und da erweiterte, röhrenförmige, zu mehr oder minder langen, oft blind mit keulenförmigen Spitzen endigenden Fäden verbundene Zellen an, die einen, dem Milchsaft[2] der höheren Gewächse ähnlichen, opaken Inhalt führen (Fig. 190 von *Amanita muscaria*). Man hat dieselben häufig als eigenthümliche Organe (Milchsaftgefässe) bezeichnet und ihnen eine von den normalen Pilzfäden abweichende, den Milchsaftgefässen der Cichoriaceen ähnliche Structur beigelegt. Diese Ansicht beruht aber auf Täuschung, denn bei einer eingehenden Untersuchung wird man sich auf das Klarste überzeugen, dass eine solche abweichende Structur niemals vorhanden ist, und dass die milchsaftführenden Fäden, wie das übrige Gewebe aus einzelnen, langgestreckten Zellen zusammengesetzt sind."

Sachs[3] erwähnt nur, dass im Fruchtkörper mancher *Agaricus (Lactarius)* einzelne, vielverzweigte Hyphen sich in Milchsaftgefässe umbilden (wie das?), aus denen bei Verletzung grosse Massen von Milchsaft ausfliessen.

De Bary[4] bestätigt gleichfalls im Wesentlichen Bonorden's Angaben. Er untersuchte *Russula integra, pileo rubro* und *Russula adusta* genauer. Die wasserhellen, rundzelligen Gruppen haben nach ihm im Stiele von *Russula* unregelmässig längliche Gestalt, abgerundete oder zugeschärfte Enden, und ihr Längsdurchmesser läuft dem des Stieles parallel. In dem Hutfleische sind sie rund-

---

[1] Mikroskop. II. Bd. 1872, p. 331.

[2] Bereits Schultz und Corda erkannten die fertigen Milchelemente als unzweifelhafte Röhren.

[3] Lehrbuch der Botanik. IV. Aufl. 1874, p. 338.

[4] Hofmeister W., Handb. d. physiolog. Botanik. II, 1. 1866. p. 51 ff. — Bary, A. de: Vergleichende Morph. und Biologie der Pilze etc. 1884, p. 322 ff. (Unveränderter Abdruck aus dem vorherstehenden Werke.)

lich und unregelmässig geordnet. Sie sind allenthalben von den dünnfädigen, protoplasmareichen, ästigen Hyphenplatten und Strängen derart umsponnen, dass letztere auf Durchschnitten ein unregelmässiges Netzwerk darstellen, dessen Maschen von dem rundzelligen Gewebe ausgefüllt werden. Die Anordnung der Zellen des letzteren ist in der Mitte des Stieles und im Hut eine anscheinend ordnungslose; gegen die Oberfläche des Stieles hin stehen sie in unregelmässig horizontalen Reihen, respective Lagen. Die Grösse der ganzen Gruppen sowohl wie ihrer einzelnen Zellen nimmt von der Mitte gegen die Oberfläche des Fruchtträgers hin allmälig ab, die Mächtigkeit der feinfädigen Streifen allmälig zu. Die Faserung der letzteren ist im Stiele vorwiegend longitudinal, im Hute ganz ordnungslos. Allenthalben sieht man von ihren Hyphen vereinzelte Äste in das rundzellige Gewebe eintreten, in diesem sich unregelmässig verästeln, verbreiten. Zerfaserte Schnitte lassen leicht erkennen, dass die runden Zellen mit den sie umspinnenden und zwischen ihnen verbreiteten Hyphen derart im Zusammenhange stehen, dass sie Glieder bedeutend erweiterter rosenkranzförmiger Zweige derselben darstellen. Bonorden's Beobachtung von Übergangsformen zwischen den genau runden Zellen und den schmalen, cylindrischen Gliedern der eingeflochtenen und umspinnenden Hyphen, bestätigt er. Bezüglich der Lactarien, von denen er *L. subdulcis*, *chrysorrhoeus* und *deliciosus* untersuchte, stimmen seine Beobachtungen ebenfalls im Grossen und Ganzen mit denen von Bonorden überein. Die grosszelligen Gewebegruppen sind nach ihm bei *Lactarius* schärfer begrenzt, wie bei *Russula*, im Stiele oft sehr in die Länge gestreckt und nicht selten in longitudinaler Richtung verzweigt oder mit anderen anastomosirend. Die im Querschnitte rosettenartig angeordneten Zellen setzen entweder allein die grosszellige Gruppe zusammen, oder sie sind von einer bis mehreren unregelmässig concentrischen Schichten rundlicher Zellen umgeben; andere Gruppen zeigen im Querschnitte zwei Rosetten, noch andere endlich von der Rosettenanordnung keine Spur. Das kleine, kreisförmige Mittelfeld der Rosetten wird gebildet durch den Querschnitt einer engen, cylindrischen, zartwandigen, wasserhellen Inhalt führenden Hyphe, welche

(Längsschnitte) in meist stark geschlängeltem Verlaufe die grosszellige Gewebegruppe der Länge nach durchzieht. In den feinfädigen Gewebestreifen, sowohl dicht neben den grosszelligen Gruppen als von diesen getrennt und niemals in dieselben eintretend, verlaufen die für *Lactarius* charakteristischen Milchröhren. Dieselben stellen Röhren dar, welche einen im Vergleich mit den umgebenden Hyphen grossen Durchmesser, eine sehr weiche dehnbare Membran besitzen und mit feinkörnigem, trübem, je nach der Species verschieden gefärbtem, aus dem verletzten Pilze in dicken Tropfen hervorquellendem Milchsafte strotzend angefüllt sind. Der Milchsaft gerinnt durch die Siedhitze und durch Einwirkung von Alkohol. Um den Verlauf seiner Behälter auf Durchschnitten zu untersuchen, ist es daher zweckmässig, die Pilze kurze Zeit [1] in Alkohol zu legen; um die Gefässe frei zu präpariren, werden die Theile des Pilzes vorher am besten kurze Zeit mit Wasser gekocht. [2] Nach solcher Präparation erkennt man, dass besagte Röhren nach allen Seiten hin zahlreiche, starke Äste absenden, die häufig H-förmige Verbindungen zwischen zwei Hauptstämmen, [3] niemals jedoch — so weit seine Beobachtungen reichen — engmaschige Netzverbindungen bilden. Hie und da entsenden die stärkeren Äste feine, kurze, in sehr dünne, geschlossene, blinde Enden auslaufende Zweige. Zumal in älteren Exemplaren findet man nicht selten die Milchröhren durch einzelne, weit von einander entfernte Querwände getheilt. Besagte Organe durchziehen das Hyphengeflecht des ganzen Fruchtkörpers, ihre feinen Verzweigungen dringen bis dicht unter die Oberfläche des letzteren. Abgebildet sind ein Längs- und

---

[1] Bei längerem Liegen in Alkohol werden bei *L. deliciosus* die Milchröhren so gut wie unauffindbar, sie erscheinen stark contrahirt, im Durchmesser den Hyphen kaum mehr überlegen, farblos. Altes Alkoholmateriale liefert also nur schlechte Präparate bezüglich der Studien über den Verlauf derselben.

[2] Noch praktischer ist das Behandeln der Schnitte mit Schwefelsäure.

[3] Bei *Lactarius deliciosus* wenigstens konnte ich mich niemals von dem Vorhandensein solcher Verbindungen überzeugen. Vergl. die Anmerkung auf pag. 169.

Querschnitt durch die äussere Region des Stieles von *Lactarius subdulcis* in zwei vortrefflichen Typenzeichnungen.[1]

Die vorliegenden Untersuchungen wurden zum grossen Theile an Lebendmateriale, theils aber auch an in Alkohol oder Essig conservirten Fruchtkörpern angestellt. Alkoholmateriale erwies sich, was die Milchsaftgefässe anbelangt, als nahezu unbrauchbar. Die an frischen oder in verdünntem Essig aufbewahrten Fruchtkörpern von *Agaricus deliciosus* schon durch ihre intensive Färbung hervortretenden Milchröhren werden darin völlig gebleicht, und sind selbst in erwachsenen Fruchtträgern nur mit grosser Mühe streckenweise zu verfolgen, an jungen verschwinden sie vollends zwischen den Hyphen. Dazu trägt viel die starke Contraction der Gefässwandungen bei, welche nach dem Austreten des Milchsaftes erfolgt und die in frischem Materiale bereits durch ihre Grösse auffallenden Milchröhren so sehr im Durchmesser verringert, dass sie kaum mehr an Dicke die stärkeren Hyphenglieder übertreffen. Ganz kurze Zeit in Alkohol gelegene Stücke eignen sich aber, wie de Bary richtig angibt, in hohem Grade für die Untersuchung, da das weiche Pilzgewebe dabei beträchtlich gehärtet wird, und das Ausführen dünner Schnitte ausserordentlich erleichtert. Um den Verlauf der Milchsaftröhren kennen zu lernen, wendete ich mit grossem Vortheile Schwefelsäure an. Behandelt man die Präparate mit diesem Reagens, so färbt sich der Inhalt der Milchröhren in kurzer Zeit intensiv blauschwarz, und es heben sich dieselben schon dadurch ausserordentlich deutlich von den übrigen Gewebepartien ab. Da überdies letztere von der Säure bald sehr stark angegriffen werden, treten die Milchröhren noch deutlicher hervor. Ein schwaches Drücken auf das Deckglas genügt nunmehr in der Regel, dieselben auf weite Strecken hin sozusagen zu isoliren.

Vorausschicken will ich, dass der Bau des fertigen Fruchtträgers von *Lactarius deliciosus* im Ganzen mit dem von

---

[1] Ich habe im Vorangehenden die Literatur eingehender widergegeben, als es für den Zweck der gegenwärtigen Arbeit nöthig gewesen wäre, um nicht bei den weiteren Veröffentlichungen nochmals auf dieselbe zurückkommen zu müssen.

Bonorden für die Gattung *Lactarius* Gegebenen übereinstimmt, doch konnte ich, wie ein Vergleich der im Vorstehenden in extenso wieder gegebenen bisher bekannten Thatsachen mit meinen nunmehr folgenden Beobachtungen zeigen dürfte, unsere Kenntnisse darüber vielfach erweitern und ergänzen.

Bau des Strunkes.

Ein Querschnitt des Strunkes (Taf. I, Fig. 4) zeigt zunächst nach aussen eine, an halberwachsenen Exemplaren etwa 0·17 bis 0·2 Mm. dicke Corticalschichte (Taf. I, Fig. 4 *C*), welche durch die mehr oder minder intensive Braunfärbung ihrer Elementarorgane hervorsticht. Sie besteht, mindestens in ihrem äussersten Dritttheile ausschliesslich aus sehr dünnlumigen, im Maximum kaum 0·003 Mm. im Durchmesser überschreitenden, meist nicht über 0·0007 Mm. dicken, in der Regel kurzgliederigen, vielverzweigten Hyphenfäden, deren Äste so dicht in einander verschlungen sind, dass ein mechanisches Trennen der einzelnen Fäden nur schwer möglich ist. Die Membran derselben ist schwach gebräunt und selbst bei starken Vergrösserungen sind die einzelnen Hyphenfäden kaum von einander getrennt zu unterscheiden. Die zwei inneren Dritttheile dieser Corticalschicht zeigen nicht mehr dieses gleichmässige Gefüge, sondern zerstreut stehende kleinere und grössere grosszellige Gruppen in demselben. Bereits in jungen Fruchtkörpern zeigt dieser Theil des Rindengewebes — selbst in sehr geringer Entfernung von der Oberfläche — grössere oder kleinere Lücken (Taf. I, Fig. 4 *b*), die häufig in der Oberfläche paralleler Richtung angeordnet erscheinen, später immer zahlreicher werden, sich zu grösseren Löchern vereinigen, und ein Ablösen, Abschülfern der peripherischen Corticaltheile in tangentalen Bändern oder kleineren Gewebeschüppchen einleiten. Diese Höhlen entstehen aus den oberwähnten grossmaschigen Inseln, welche meistens rosettenförmige Anordnung ihrer Elementarorgane zeigen und bilden sich dadurch, dass die blasigen Zellen, aus denen sie bestehen, und die diese tragenden Hyphenäste (vergl. pag. 184 und Taf. III, Fig. 16), allmälig ihren flüssigen Inhalt verlieren, collabiren, einschrumpfen und nur stellenweise als dünne Fäden und dickere

Stränge noch längere Zeit sichtbar bleiben (Taf. I, Fig. 4 *b*), bis auch diese nach und nach verschwinden.

Das unter der Corticalschichte gelegene Innengewebe des Stieles setzt sich aus zwei scheinbar völlig unabhängigen, sehr verschiedenen Formelementen zusammen. Zunächst fallen grössere oder kleinere, runde, aus blasigen, grosslumigen, wasserhellen, rosettenartig angeordneten Zellen gebildete Gruppen ins Auge, deren Membranen, beträchtlich verdickt (0·0012 Mm.), bereits bei schwachen Vergrösserungen mit doppelter Contour erscheinen. Diese grossblasigen, äusserst charakteristischen Zellnester sind im Querschnitte so angeordnet, dass sie im Allgemeinen, je weiter von der Corticalschicht entfernt, also nach innen zu gelegen, desto mehr einander genähert sind, während zugleich ihr Durchmesser gegen die Rindenschicht zu im grossen Ganzen successive immer kleiner wird (Taf. I, Fig. 4 *f*, *h*, *a*). Auch die braungefärbte Corticalschicht durchsetzen sie (Taf. I, Fig. 4 *b*) bis hart unter die Oberfläche, verschrmpfen aber daselbst bald und wandeln sich in Gewebehöhlen um. Die, wie gesagt, für den Stielquerschnitt so charakteristischen Rosetten kommen dadurch zu Stande, dass die sie zusammensetzenden, bis 0·07 Mm. grossen, ovalen oder keilförmigen Zellen nach einem Mittelpunkte hin convergiren, und so eine aus 3, 4—6 und mehr Elementarorganen gebildete sternförmige Figur darstellen. Oft zeigen diese Rosetten einen einfachen, sehr regelmässigen Zellkranz (Taf. I, Fig. 4 *k*; Taf. II, Fig. 6 *B*), oder aber derselbe ist nach aussen von noch weiteren, grosslumigen Zellen umgeben (Taf. I, Fig. 4 *h*), die oft eine oder mehrere, regelmässige oder unregelmässige Lagen bilden können, oder es sind die Zellen vielfach auch in tangentaler Richtung gestellt (Taf. II, Fig. 6 *C*) und unterbrechen die Regelmässigkeit der Rosette, oder endlich ist kaum eine Andeutung einer rosettenartigen Anordnung vorhanden. Das Centrum der Rosetten wird von einem Intercellularraume eingenommen, in welchem man in der Regel einen (Taf. I, Fig. 4 *a*, *g*, *h*, *k*; Taf. II, Fig. 6 *A*, *B*), selten mehrere (bis fünf. Taf. I, Fig. 4 *f*; Taf. II, Fig. 6 *C*) kleine, 0·007—0·03 Mm. grosse, gewöhnlich kreisförmige Zelldurchschnitte bemerkt, so dass also die Rosettenzellen nicht eigentlich um einen intercellularen Raum, sondern um eine kleine

Mittelzelle gruppirt sind. Dieselbe hat, gegenüber den grossen, wasserhellen Rosettenzellen, körnigen Inhalt und hebt sich stets ausserordentlich scharf im Mittelfelde ab. Die Grösse der Rosetten ist sehr verschieden; ihr Diameter kann bis unter 0·02 Mm. herabsinken und über 0·17 Mm. steigen, der grösste Durchmesser ihrer Zellen liegt aber vorwiegend in zum Strunke radialer Richtung. Ihr im Innengewebe meist nahezu kreisförmiger Querschnitt erscheint in und unter der Corticalschicht häufig tangental ausserordentlich gestreckt (Taf. I, Fig. 4 *k*).

Eingebettet sind diese grossmaschigen Rosetten in ein ausserordentlich zartes Geflecht von Hyphenfäden, wie solche die Corticalschicht zusammensetzen, und dessen Maschenausfüllungen sie bilden, nur dass die Gliedzellen dieser Hyphen im Innengewebe in der Regel viel länger als im Rindengewebe sind (0·03—0·04 Mm.), während der Durchmesser der Hyphen bis auf 0·01 Mm. steigen kann, meist aber nur zwischen 0·002—0·006 Mm. beträgt. In Folge dieser Kleinheit erscheinen bei schwachen Vergrösserungen (Taf. I, Fig. 4) die farblosen Rosetten gleichsam umsponnen und eingesetzt in ein blassgelblich tingirtes, ausserordentlich feines Geflecht von Fäden. Stärkere Vergrösserungen (Taf. II, Fig. 6) zeigen diese gebildet aus gegliederten, stark verästelten Hyphenfäden, welche reichlich Protoplasma führen [1] und deren Hauptstämme parallel der Längsrichtung des Strunkes in demselben aufsteigen — im Querschnitte ein zierliches Pseudoparenchym bildend — während ihre Zweige, auf demselben zum Theile in ihrem Längsverlaufe sichtbar (Taf. II, Fig. 6), die Rosetten gleichsam umfassen und umspannen. Gegen die Corticalschicht zu werden die die Letzteren trennenden, aus zarten, septirten Hyphen zusammengesetzten Gewebebänder immer breiter, und während im Marke des Strunkes die grossmaschigen Rosetten weitaus vorwiegen und dort ein lockeres, aus weitlumigen Elementen bestehendes Gewebe bilden (Taf. II, Fig. 6), gewinnt das festere, aus engen, verästelten, verschlungenen Hyphen zusammengesetzte Zwischengewebe (Taf. I, Fig. 4 *d*; Taf. II, Fig. 6) je

[1] Ein zarter, mit Methylviolett gefärbter Querschnitt liefert in Folge dessen ein geradezu prachtvolles Bild und es heben sich da die farblosen Rosetten von dem intensiv violett gefärbten fädigen Hyphengewebe auf's Schärfste und Schönste ab.

weiter nach der Oberfläche des Stieles zu, desto mehr die Oberhand, bis es in den äussersten Partien der Corticalschicht allein vorhanden ist und dort einen Cylindermantel relativ festen Rindengewebes darstellt, nach mechanischen Principien wohl geeignet, die Stabilität des Strunkes zu garantiren.[1]

Ein radialer Längsschnitt durch den Stiel (Taf. I, Fig. 5) gibt uns weitere Aufschlüsse. Die Corticalschicht (*C*) erscheint ungeändert. Zusammengesetzt aus kurzgliederigen, nach allen Richtungen des Raumes hin verästelten Hyphenfäden muss sie natürlich im Quer- und Längsschnitte das gleiche Bild geben.

Die Rosetten des Querschnittes zeigen sich aber hier als lange, öfters verzweigte (Taf. I, Fig. 5 *g*), der Längsrichtung des Strunkes folgende, also in ihm aufsteigende Säulen, deren Enden sich häufig verjüngen und deren Zellen ihre grössten Durchmesser vorwiegend in der Richtung des Stielradius zeigen. Diese Säulen (Walzen) grossmaschigen Gewebes bestehen aus zwei oder mehreren, oft verschobenen oder unterbrochenen Zellreihen, je nachdem die Rosette im Querschnitte eine einfache war, oder von weiteren Blasenzellen umgeben wurde, und ihre Dicke entspricht dem Durchmesser der Rosette. Gegen die Mitte des Stieles zu werden — entsprechend dem Querschnittsbilde — diese senkrechten, lockeren Gewebesäulen immer dicker, während sie gegen die Corticalschicht zu sich immer schlanker gestalten, und meist auch viel kürzer sind als näher dem Markgewebe, in welchem sie oft auf grosse Strecken hin ununterbrochen verlaufen (Taf. I, Fig. 5 *c*). Getrennt werden diese einzelnen Gewebesäulen durch das feinfädige Hyphengewebe (Taf. I, Fig. 5 *d*), dessen Hauptstämme hier an den Seiten derselben in der Längsrichtung des Strunkes emporsteigen, während ihre Äste hie und da horizontale oder geneigte[2] Gewebeplatten bilden (Fig. 5 *h*), welche die Continuität der grossmaschigen Säulen von Strecke zu Strecke unterbrechen, und sie in kürzere oder längere verschieden gestaltete Abschnitte gliedern. Trifft der Schnitt eine

---

[1] Denkt man sich in unserer Figur (Taf. I, Fig. 4) die Rosetten durch Gefässbündel ersetzt, so gewinnt dieselbe eine grosse Ähnlichkeit mit dem Stengelquerschnitte einer typischen *Monocotyledonee*.

[2] In diesem Falle erscheinen die grossmaschigen Inseln an den Enden allmälig verjüngt.

solche Säule gerade in ihrer Mittelpartie, so sieht man, dass diese in der Regel durchzogen wird von einer dünnen, geschlängelten Hyphe (Taf. II, Fig. 7 *C*), welche in einem bald weiteren, bald engeren Intercellularraume verläuft, in der Regel grobkörnigen Inhalt führt und im Querschnitte (Taf. I, Fig. 4) jene kleine Mittelzelle darstellt, um welche sich die grossen Rosettenzellen gruppiren. Ist diese Hyphe unverzweigt, so zeigt sich im Mittelpunkte der Rosette ein einziger Kreis als Querschnitt derselben (Taf. I *a, g, h*; Taf. II, Fig. 6 *A, B*); verästelt sie sich aber, so werden vom Querschnitte in der Regel[1] auch die Äste getroffen und man sieht ihre Querschnitte als kleinere Kreise neben einem grösseren (dem Hauptstamme) das Mittelfeld der Rosette einnehmen (Taf. I, Fig. 4 *f*; Taf. II, Fig. 6 *C*). Dass man auch im radialen Längsschnitte hie und da (Taf. I, Fig. 5 *a*) die Rosetten vorfindet, beweist, dass die im Allgemeinen ja immer der Längsrichtung des Stieles folgenden, grossmaschigen Gewebesäulen, häufig einen geschlängelten Verlauf nehmen (Taf. I, Fig. 5 *c*) und dabei öfters selbst oder ihre Zweige, oder ihre Anastomosenäste mit benachbarten Säulen eine horizontale oder doch nahezu horizontale Richtung im Strunke einschlagen, also im Längsschnitte der Quere nach getroffen werden und sich in Rosettenform präsentiren. Das Umgekehrte findet, wie gleich bemerkt werden soll, selbstverständlich im Querschnitte statt, wo diese im Längsschnitte als Rosetten erscheinenden Zellgruppen sich als grössere Inseln grosslumiger Zellen darstellen (wie Fig. 5 *g, c*), welche man neben den normalen Rosetten liegen sieht.

Ein tangentaler Längsschnitt durch den Strunk zeigt dieselbe Anordnung der Gewebeelemente wie der radiale Längsschnitt, nur dass da die grosslumigen Zellen kleiner erscheinen, weil sie nicht mehr in ihrem grössten Durchmesser getroffen werden. Beide Schnitte combinirt ergibt, dass die grossmaschigen Säulen in der Regel walzenförmig sind, daher im tangentalen

[1] Sind die Äste kurz, so kann es selbstverständlich geschehen, dass ein Querschnitt oberhalb des Endes eines solchen Astes die Hyphe trifft und dann wird das Mittelfeld der Rosette, trotz verzweigter Mittelhyphe einen einzigen Kreis als Querschnitt ihres Hauptstammes zeigen. Bemerkt muss werden, dass diese Mittelhyphe auch häufig fehlt.

Längsschnitte das gleiche Bild wie im radialen, und dass die sie trennenden Hyphenfäden in der That mit ihren Hauptstämmen im Grossen und Ganzen genau der Längsrichtung des Stieles folgen, während ihre Seitenzweige die Zerklüftung der lockeren Gewebesäulen in einzelne verticale Abschnitte besorgen.

Früher oder später wird der Stiel in seiner Mittelregion ausgehöhlt. Verfolgt man den Vorgang, so zeigt sich, dass die Blasenzellen der grossmaschigen Säulen allmälig collabiren, endlich ganz schwinden, so dass für kurze Zeit nur die äusserst dünnen Lagen des trennenden fädigen Hyphengewebes als Fetzen vorhanden sind, bis auch diese verschwinden. — Alles wie bei der Bildung der Lücken in der Corticalschicht (pag. 180).

Bau des Hutes.

Beim Übergange in den Hutpolster biegen sich die im Stiele aufsteigenden grossmaschigen Säulen in fast horizontale Richtung um, dessgleichen die sie begleitenden engen Hyphen.[1] Das folgt aus dem geänderten Bilde des tangentalen Längsschnittes des Hutes. Ein solcher zeigt nämlich nahezu dieselbe Anordnung der Gewebeelemente, wie der Querschnitt des Strunkes (Taf. I, Fig. 4; Taf. II, Fig. 6) nämlich vorwiegend grössere und kleinere Rosetten, eingefügt in ein engmaschiges Fadengewebe. Längsbänder grossmaschiger Zellen, wie sie der radiale Längsschnitt des Strunkes vorwiegend darbietet, fehlen im tangentalen Längsschnitte des Hutes niemals und sind häufiger als sie der Querschnitt des Strunkes zeigt. Gegen die Oberfläche des Hutes hin, welcher nach aussen von einer, in ihren äussersten Lagen gequollenen und verschleimten Corticalschichte begrenzt wird, stehen die Rosetten entfernter von einander, durch breite Maschen des feinen Fadengewebes getrennt. Gegen die mittleren Partien des Hutes zu nähern sie sich immer mehr und bilden dort das weitaus vorwiegende Formelement. An gelungenen Quer- oder Tangentenschnitten (Taf. III, Fig. 16) lässt sich der Zusammen-

[1] Das Hutfleisch in der Verlängerung des Strunkes zeigt gerade aufwärts steigende Parenchymsäulen, die erst nahe der Hutoberfläche umbiegen.

hang dieser zwei für *Lactarius* charakterischen Gewebe, des grossmaschigen Rosetten- und des Fadengewebes unschwer studiren. Man sieht da, dass beide genetisch zusammengehören, und dass die grossen blasigen Zellen (Taf. III, Fig. 16 *b, o, f*) nichts weiter als die aufgetriebenen Enden kurzer Seitenäste (Fig. 16 *d*) der Hauptstämme jener engen Hyphen (Taf. III, Fig. 16 *h*) sind, welche das zarte fädige Grundgewebe bilden, in welches die Rosetten, respective Säulen, eingebettet sind. Diese Seitenäste gehen in einem, mehr weniger dem Rechten genäherten Winkel vom Hauptstamme ab, oft so gedrängt, dass aus einem einzigen Hyphengliede deren zwei sich entwickeln (Taf. III, Fig. 16 *b. c*) können, septiren sich zunächst und dann schwillt ihre Endzelle zu einer flaschen- oder birn- oder unregelmässig sphärischen Gestalt an. Von Strecke zu Strecke werden keine derartigen Kurztriebe gebildet, sondern normale aus langseptirten Hyphengliedern bestehende Äste und diese sind es, welche die horizontalen oder geneigten Gewebeplatten bilden, welche die grossmaschigen Säulen trennen. In der Markschicht des Hutes scheinen nicht nur die Endzellen von Hyphenästen anzuschwellen, sondern die Mehrzahl ihrer Gliedzellen und daher mag wohl die auffallende Unregelmässigkeit herrühren, welche in der inneren Hutsubstanz gegenüber dem Strunke, die Lagerung der verschiedenen Formelemente darbietet.

Ein radialer Längsschnitt durch den Hut (Taf. II, Fig. 7) zeigt genau dasselbe Bild, wie der Radialschnitt durch den Stiel (Taf. I, Fig. 5), er zeigt also, dass die grossmaschigen Gewebesäulen in ihrer Längenausdehnung fast ausschliesslich in der Richtung des Hutradius angeordnet sind.

Auch im Hutfleische zeigt ein Tangentenschnitt schon frühe kleine (anfangs mikroskopische), aber bald immer grösser werdende, zunächst runde Lücken oder Löcher (Rinnen im radialen Längsschnitte). Ihre Entstehung ist die gleiche wie im Strunke (vergl. pag. 180).

Das Hymenium baut sich auf einer, je nach dem Alter verschieden, im Mittel 0·02—0·04 Mm. dicken subhymenialen Schicht auf (Taf. I, Fig. 1 *S*; Fig. 3 *S*), welche von kurzen, knorrigen, viel verflochtenen Hyphenzellen gebildet wird, die den im Mittel 0·05 Mm. langen Basidien (Taf. I, Fig. 3 *B*) als Träger

dienen. Zur Zeit der Fruchtreife treiben diese Basidien je 2—5 kurze, 0·007—0·012 Mm. lange Sterigmen (Taf. I, Fig. 3 *St*), deren allmälig anschwellende Enden (Taf. I, Fig. 3 *A*) sich endlich zu den runden, mit stachligem Exosporium versehenen 0·004 bis 0·006 Mm. grossen Sporen ausbilden. Die Basidien sowohl, wie die steril bleibenden Paraphysen (Taf. I, Fig. 3 *P*) führen reichlich Protoplasmen und grosse Fettconcremente, welche besonders im Basaltheile derselben gewöhnlich in einer Längsreihe liegen (Taf. I, Fig. 3).

Die Lamellen zeigen im Tangentalschnitte, umgeben von der subhymenialen Schicht (Taf. III, Fig. 17 *S*), das zum grössten Theile aus engen, fädigen Hyphen gebildete Gewebe der Trama (Taf. III, Fig. 17 *T*) durch Rosetten (Fig. 17 *R*) unterbrochen, die aber nur klein (0·02—0·04 Mm.) und durch grosse Zwischenräume getrennt sind, auch gegen die Lamellenschneide zu immer spärlicher werden. Es wird also die Trama von den grossmaschigen Gewebegruppen, wie sie Stiel und Hut zeigen, gleichfalls durchsetzt, und zwar liegt der Längsverlauf in der Richtung des Hutradius, also in der Längsrichtung der Lamellen. Entgegen der Gattung *Russula* sind daher bei *Lactarius deliciosus* die Lamellen vorwiegend aus dem engmaschigen Fadengewebe zusammengesetzt, in welchem nur spärlich lockere Gewebebalken senkrecht auf die Richtung der engen Hyphen verlaufen.

Die Milchgefässe.

Alle Theile des Fruchtkörpers von *Lactarius deliciosus* milchen, aber nicht mit gleicher Intensität. In den grössten Quantitäten entströmt die Milch dem Stengelquerschnitte, und zwar am stärksten der der Peripherie am nächsten Zone, dem Markgewebe viel weniger; ferner den Lamellen (im Querschnitte) und im Hute einer der subhymenialen Schicht zunächst gelegenen Zone (im Tangentenschnitte) und einer dessgleichen unter der Corticalschicht. Den Hutrándern entströmt bei Tangentalschnitten eine grosse Milchsaftmenge, weniger bei radialen Längsschnitten. Das Alles hängt mit dem Verlaufe der Milchröhren und der Menge, in der sie vorkommen, zusammen.

Die fertigen Milchsaftgefässe von *Lactarius deliciosus* stellen gegenüber den anderen Formelementen relativ grosse, in ihren Hauptstämmen bis 0·017 Mm. dicke Hohlröhren dar,[1] welche sich vielfach und auf das mannigfaltigste verästeln und verzweigen (Taf. IV, Fig. 18—27, 32), oft in zwei gleichdicke Arme sich spaltend, die dann gleichsam zwei nach verschiedenen Richtungen ausstrahlende, sich wieder verzweigende Hauptstämme bilden (Taf. IV, Fig. 20, 21, 23, 32), oft abwechselnd nach allen Richtungen ausgehende kürzere oder längere Zweige bildend (Taf. IV, Fig. 19, 21, 32), die sogar nach entgegengesetzter Richtung weiterlaufen können etc. Ihre Contour ist meist eine knorrige, und sie zeigen die Gefässhöhle auch im fertigen Zustande, besonders in der Nähe der Auszweigungen öfters durch einzelne Scheidewände unterbrochen (Fig. 20, 22, 23, 32). Die Äste treten zuerst (Taf. IV, Fig. 21) als kleine Ausstülpungen in Erscheinung, die beim Weiterwachsen sich in der Regel septiren (Taf. IV, Fig. 22); blind, häufig mit etwas aufgetriebenen Enden schliessen (Taf. IV, Fig. 18, 19, 30, 32) und, wie das ganze Gefäss, häufig hin und hergebogen erscheinen. Auch die Hauptstämme enden stets blind und diese Endigungen sind bezüglich ihres Verhaltens sehr instructiv. Sie bestehen bei den Hauptstämmen wie bei den Ästen häufig aus Gabelzweigen (Taf. IV, Fig. 25, 26, 29), welche ausserordentlich spitz zulaufen und sich zwischen die dichtesten Hyphennetze in hin und her sich schlängelndem Verlaufe, hineinschieben. Gewöhnlich sind dabei die letzten Endigungen farblos und nicht mit dem tief orangeroth gefärbten Milchsafte erfüllt. Ihr Inhalt ist zum Theil grobkörnig, durch Jodlösung coagulirend und sich wie Protoplasma gelbbraun färbend, ist er auch in der äusseren Erscheinung diesem völlig gleich. Ausserdem sind hellglänzende Fetttröpfchen wohl immer vorhanden.

Oft erhebt sich aus einem Hauptstamme oder einem Zweige, senkrecht zu dessen Weiterverlaufe gestellt, ein kurzer, blind und farblos endigender unseptirter Fortsatz, der in eine äusserst feine Spitze endet (Taf. IV, Fig. 24) oder gegabelt sein

---

[1] Taf. IV, Fig. 32, wo in *b* zum Vergleiche eine septirte Hyphe dazugezeichnet ist.

kann (Taf. IV, Fig. 25); oft zweigt ein, dem Hauptstamme ebenbürtiger Seitenast sich ab, endet aber trotz seiner Dicke bereits in unmittelbarer Nähe seiner Ursprungsstelle mit gabeligen, peitschenschnurartigen Fortsätzen (Taf. IV, Fig. 26). Solche kurze, blinde Seitenfortsätze werden überhaupt mit grosser Vorliebe und nach allen Richtungen hin ausgesendet und man sieht sie, nach Behandlung der Präparate mit Schwefelsäure, sich überall zwischen die Hyphenfäden einschiebend. Wiederholt konnte ich kleine T-förmige Auftreibungen wahrnehmen (Fig. 23 *A*), über deren Deutung ich mir nicht ganz klar bin. Sind es in der Entwicklung stehen gebliebene Zweige? oder im Anfange ihrer Bildung begriffene? Genug, man kann sie nicht selten beobachten. Die Wandung der Milchsaftröhren ist zart. Wo ich ihre Dicke messen konnte, wie öfter an entleerten Gefässen (Taf. I, Fig. 2), war sie etwa 0·00076 Mm. dick, doch bemerkt man häufig in das Gefässinnere vorspringende, kleine Zellhautzäpfchen (Taf. I, Fig. 2 *a*), die oft so dicht stehen, dass sie ein längeres continuirliches, stärker verdicktes Membranstück bilden (in *b*). Schon die Lage dieser Producte eines localisirten Dicken-Wachsthums der Zellhaut, als welches man wohl die Erscheinung mit Bezug auf die gleichen Vorkommnisse bei höheren Pflanzen bezeichnen darf, lässt übrigens erkennen, dass man es da nicht mit den Resten früher vorhandener und später resorbirter Querwände zu thun hat. Diese, sehr stark doppeltbrechende Gefässwand ist äusserst elastisch. Das Milchsaftgefäss contrahirt sich, wenn sein Inhalt völlig oder theilweise ausgetrieben ist, ganz ausserordentlich (Taf. IV, Fig. 28), ohne dabei eigentich zu collabiren, d. h. zahlreiche Membranfalten zu zeigen. Diese Contraction ist auch die Ursache, warum man an Präparaten so häufig aus den Enden der durchschnittenen Milchröhren ausgepresste Milchsafttröpfchen bemerkt (Taf. I, Fig. 5). Hat man auf irgend eine Weise die Entleerung der Gefässe bewirkt,[1] so wird es ausserordentlich schwer, die Milchröhren zwischen dem Hyphengeflechte zu erkennen, und auch Anwendung von Schwefelsäure, hilft nicht darüber hinweg, da der durch sie sich schwarz färbende Milchsaft fehlt. An der

[1] Durch längeres Liegen in Alkohol zum Beispiele.

Angabe, dass die fertigen Milchsaftgefässe factische Hohlröhren sind,[1] ändert die Thatsache nichts, da ich auch alte, ganz ausgewachsene, mit völlig erhaltenen Querwänden ihrer kurzen Glieder beobachtete (Taf. IV, Fig. 27).

Über den Verlauf der Milchröhren im Fruchtträger geben geeignete Schnitte durch den Hut und Strunk, Zerfaserung, Behandlung mit Schwefelsäure etc. genügende Auskunft, auch wird dabei die grössere oder geringere Menge von Gefässquerschnitten, welche der betreffende Schnitt im Gegensatze zu den sichtbaren Längsstücken zeigt, massgebend sein. Zunächst muss aber constatirt werden, dass die Milchröhren nur mit den seltensten Ausnahmen und höchstens auf kurze Strecken in den grossmaschigen Gewebegruppen verlaufen (Taf. II, Fig. 6 *a*; Taf. I, Fig. 5), normal jedoch lediglich das aus den feinen, septirten Hyphenfäden sich zusammensetzende Grundgewebe durchziehen, dabei fast ausnahmslos dem Richtungsverlaufe desselben folgend. Sodann, dass auch die Hauptstämme der Milchröhren und noch mehr ihre Verzweigungen, stets nur auf kurze Strecken in der nämlichen Raumebene verlaufen und immer in die verschiedensten Ebenen eindringen, so dass man sie bei in beliebiger Richtung geführten Schnitten stets nur auf geringe Längen in der Bildebene verfolgen kann und überall bloss kürzeren oder längeren Stücken — gleichsam Fragmenten — derselben begegnet (vergl. die Figuren der Taf. I und II), und zwar desto mehr, je stärker die Vergrösserung ist, die man anwendet. Endlich dass, so vielfach auch eine Astbildung und Verzweigung der Milchröhren stattfindet, ich niemals Verbindungen zweier verschiedenen Hauptstämme — so nahe bei einander sie auch liegen mochten — constatiren konnte.[2]

Das Milchröhrensystem im Fruchtkörper von *Lactarius deliciosus* stellt demnach kein Netzwerk von communicirenden Gefässstämmen dar, sondern jedes Milchsaftgefäss verläuft mit seinen zahlreichen

---

[1] Schon die grosse Menge Milchsaft, die selbst bei geringen Verletzungen ihnen entströmt, beweist das.

[2] Vgl. pag. 169, Anm. 2.

Ästen und Fortsätzen in seiner ganzen Länge völlig isolirt von jedem anderen, die benachbarten und auch entfernte Stämme zwar vielfach durchkreuzend oder sie begleitend, aber niemals mit ihnen verschmelzend (Taf. I, Fig. 5; Taf. III, Fig. 17).

Was den Detailverlauf betrifft, so zeigt ein Längsschnitt des Strunkes, gleichgiltig, ob ein radialer oder ein tangentaler, dass die Milchröhren parallel seiner Längsrichtung, vielfach geschlängelt und gewunden, in demselben aufsteigen (Taf. I, Fig. 5), dass ihre Verzweigungen in die horizontalen oder geneigten Trennungsplatten der grossmaschigen Säulen eintreten und von den Seiten der einen dieser Gruppen zu denen der anderen ziehen, sie also nach allen Richtungen hin umspannen und umflechten, bald streckenweise verschwindend, d. h. in eine tiefer oder höher gelegene Hyphenschicht ausbiegend, bald Äste über oder unter die benachbarten Milchröhren aussendend, bald parallel mit ihnen laufend, bald sie kreuzend u. s. w. Niemals ändert ein Hauptstamm seine Richtung derart, dass er etwa im entgegengesetzten Sinne wie bisher verläuft, wohl aber kommt es ausserordentlich häufig vor, dass aufeinanderfolgende Äste desselben Hauptstammes in diametral entgegengesetzte Richtungen ausbiegen (Taf. IV, Fig. 32), kurz alle die Verschiedenheiten, die bei copioser Verästelung und geschlängelten in verschiedene Ebenen eindringendem Verlaufe sich von selbst ergeben, findet man vertreten. Entsprechend diesem der Richtung des Stieles folgenden Verlaufe zeigt ein Querschnitt durch denselben (Taf. I, Fig. 4; Taf. II, Fig. 6) vorwiegend die Querschnitte der Milchröhren als kreisförmige, oder flach zusammengedrückte orangegelbe Stellen zwischen hindurch kürzere Stücke von in ihrem Längsverlaufe getroffenen Gefässen. Wie man bemerkt, drängen sich die Milchröhren am dichtesten besonders in der unmittelbaren Umgebung der Rosetten,[1] die mittleren Partien des

[1] Ich bemerke, dass in den Figuren 4 und 5 der Taf. I, sowie 17 der Taf. III bei weitem nicht alle vorhandenen und sichtbaren Milchröhren gezeichnet wurden, weil sonst die Darstellung viel zu undeutlich geworden wäre.

fädigen Hyphengewebes enthalten sie in weit geringerer Menge, ein Verhältniss, das man dem Längsschnitte begreiflicherweise nicht mit dieser Klarheit entnehmen kann. Ich erwähne weiter, dass sie am dichtesten in den peripherischen Schichten des Strunkes liegen und im Markgewebe weit spärlicher vorkommen, sowie dass auch die Corticalschicht sie in grossen Mengen enthält. Ihre Zahl ist in der That eine erstaunliche. Bei schwacher Vergrösserung zeigt ein Längsschnitt ein dichtes Gewirr derselben, so dicht, dass man die sich kreuzenden über- und untereinander verlaufenden Stämme gar nicht zu sondern vermag, und man wird das begreiflich finden, wenn ich erwähne, dass ich deren im peripherischen Theile des Strunkes bei 4—500 auf dem Raume eines □Mm. constatiren konnte. Das macht es auch erklärlich, dass trotzdem die Milchröhren kein communicirendes System bilden, doch bei kleinen Verletzungen eine verhältnissmässig so grosse Milchsaftmenge ihnen entströmt.

Beim Eintritte in den Hutpolster biegen die Milchröhren des Randes in nahezu horizontale Lage um und schlagen einen, dem Radius des Hutes parallelen Lauf in diesem ein. Ein radialer Längsschnitt zeigt sie demnach vorwiegend in ihrem Längsverlaufe (Taf. II, Fig. 7) und gibt ein der Fig. 5, Taf. I, ganz analoges Totalbild, während ein tangentaler Längsschnitt sie in derselben Anordnung um die Rosetten trifft, wie Fig. 4, Taf. I, sie im Querschnitte des Strunkes zeigt.[1]

In den Lamellen verlaufen sie, wie ein Tangentalschnitt zeigt (Taf. III, Fig. 17), von der Basis derselben nach der Schneide zu,[2] biegen also oberhalb des Lamellengrundes in die Trama ein und werden demnach bei ihrem Übergange aus dem Hutpolster in die erstere, fast ausschliesslich der Quere nach getroffen, da man in der Gegend der Lamellenbasis fast nur orangegelbe kleine Kreise oder ganz kurze Gefässstückchen sieht.[3] In dem bogenförmigen Verbindungsstücke von je zwei Lamellen zeigt sie ein Tangentenschnitt dagegen wieder vorwiegend ihrer Länge nach. In

---

[1] Vergl. pag. 175. Anm.

[2] In halberwachsenen Exemplaren circa 380—430 auf 1 □Mm.

[3] Dasselbe im Lamellenquerschnitte.

einer auf die subhymeniale Schicht des Lamellenansatzes nach innen folgenden, etwa 0·1—0·2 Mm. breiten Zone der Hutsubstanz, sind die Milchröhren am allerzahlreichsten und stehen in einem halberwachsenen Exemplare bis zu 824—900 auf dem Raume von 1 □Mm.

Der subhymenialen Schicht fehlen sie anfangs vollständig, erst später treten vereinzelte — allerdings trotzdem noch immer sehr zahlreiche — Seitenäste der in der Trama absteigenden Milchröhren in dieselbe ein (Taf. III, Fig. 17; Taf. I, Fig. 1 und 3), schieben sich auch wohl zwischen die Basidien und sterilen Hyphen des Hymeniums hinein (Taf. I, Fig. 1 und 3; Taf. IV, Fig. 30), dasselbe oft bis zu den Sterigmen durchziehend. Häufig schliessen sie dort mit aufgetriebenem farblosem Ende (Taf. III, Fig. 9). Ein irgendwie ins Gewicht fallendes Formelement des Hymeniums bilden sie aber nicht.

Beim Verfolge der Entwicklung dieser Milchröhren zeigte sich, dass man es bei ihnen mit ganz typischen Fusionsbildungen, wie sie bisher nur die Gefässe höherer Pflanzen darstellen, zu thun habe. In ganz jungen Fruchtkörpern sieht man sie zusammengesetzt aus zahlreichen, kurzgliedrigen Einzelzellen, die noch keinen gefärbten Inhalt zeigen, sondern mit grobkörnigem Plasma und zahlreichen Fettklümpchen gefüllt sind. Durch geeignete Mittel (Hämatoxylin, Saffranin) kann man in ihnen die Zellkerne leicht ersichtlich machen. Die späteren Röhren sind da noch viel dünner als im erwachsenen Zustande (Durchmesser 0·003—0·005 Mm., Gliedlänge 0·004—0·008m M.), ihre Wandung ausserordentlich zart.

Bald darauf führen die Gliedzellen bereits den intensiv orangegelb gefärbten Milchsaft, die Querwände derselben heben sich ausserordentlich scharf ab und zeigen eine beträchtliche Dicke gegenüber den Längswänden (Taf. III, Fig. 8, 10, 11—15). Die Zellkerne sind ohne jede weitere Behandlung deutlich sichtbar. Die rasch fortwachsenden Enden sind farblos, bleiben es auch bis in späte Entwicklungsstadien, gabeln sich häufig (Fig. 10 *A*, Fig. 15, Taf. III) und man kann die feinen Spitzen der Gabeläste bis in die engen Zwischenräume der Zellen der gross-

maschigen Gewebegruppen verfolgen, in deren peripherische Elemente sie sich hineinbohren (Taf. III, Fig. 15). Nicht selten sieht man die Endzelle (Taf. III, Fig. 12) oder Gliedzellen (Taf. IV, Fig. 31) ihren flüssigen Inhalt verlieren, öfters collabiren und Krystallnadeln in ihnen auftreten, die, soweit einfache Reactionen lehrten, weder aus kohlen- noch aus oxalsaurem Kalke bestehen.[1] Die Gliedzellen sind indess beträchtlich, bis zu einem Durchmesser von 0·01 Mm. und darüber gewachsen, und es scheint (Taf. III, Fig. 14) als ob die nachfolgende unzweifelhaft sehr rasch vor sich gehende Resorption der Querwände dadurch eingeleitet würde, dass sie beträchtlich an Dicke verlieren und nicht etwa zunächst bloss perforirt würden. Wenigstens habe ich keinerlei Andeutungen finden können, dass das letztere der totalen Resorption vorangehe. Mit dieser erscheinen die septirten Milchsaftfäden vollendet. Ich zweifle nicht, dass bei verwandten Arten, vielleicht bei allen milchenden Pilzen, die milchsaftführenden Gewebeelemente sich als echte Milchsaftgefässe, wie sie den höheren Pflanzen eigen sind, herausstellen werden. Bei einigen derselben haben mir das ganz oberflächliche Untersuchungen, die ich im vorigen Herbste machen konnte, mehr als wahrscheinlich gemacht.

Zum Schlusse noch einige Reactionen:

Die Milchsaftgefässe, respective deren Inhalt erhält durch Jodwasser einen Stich ins Grünliche; durch Kalilauge wird der Farbenton viel intensiver, und tritt der Milchsaft in grossen, dunkelorange gefärbten Tropfen aus den Gefässen heraus. Später geht die Färbung ins Bräunliche über. Ferrocyankalium, Schwefelcyankalium, salpetersaures Silberoxyd machen den Milchsaft verblassen; Platinchlorid, salpetersaures Kobaltoxyd, Chromsäure, saures, chromsaures Kali zeigen keinerlei Wirkung auf denselben; Goldchlorid färbt die Milchsaftgefässe blauschwarz, die Hyphen grünlichgelb; salpetersaures Silberoxyd, die letzteren

---

[1] Auch aus dem alkoholischen Extracte des Fruchtkörpers, der den Farbstoff des Milchsaftes in Lösung bringt und die Gefässe entfärbt, schiessen beim Verdunsten zahlreiche, zu grossen strahligen Gruppen sich vereinigende, blassgelbliche Krystallnadeln an. Die Untersuchung zeigte, dass es Mannit ist.

fahl ledergelb. Durch Schwefelsäure werden die Milchröhren (Inhalt) gelb, gelbgrün, grüngelb, grünlichschwarz, blauschwarz gefärbt; der Inhalt der Hyphenfäden rosenroth.[1] Jodlösung bringt gleichfalls einen sehr dunklen, nahezu schwarzen Farbenton der Milchsaftgefässe hervor.[2]

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fruchtkörper von *Lactarius deliciosus*.

Unter radialem Längsschnitte ist stets ein Schnitt durch den Hut gemeint, der in der Richtung des Längsverlaufes der Lamellen geführt wird, während ein tangentaler Längsschnitt die Lamellen senkrecht auf ihren radialen Längsverlauf trifft.

Fig. 1. Tangentaler Längsschnitt durch das Hymenium eines jungen Fruchtträgers vor Individualisirung der Paraphysen *P* zu den Basidien. *S* ist die subhymeniale Schicht, *T* die Trama der Lamelle. In letzterer verlaufen vorwiegend die Milchsaftgefässe, einzelne Äste in die subhymeniale Schicht, ja sogar zwischen die Hyphen des Hymeniums selbst aussendend. Vergrösserung: 800mal.

" 2. Stück eines entleerten Milchsaftgefässes. Die zarte, nur 0·00076 Mm. dicke, sehr elastische Gefässwand zeigt stellenweise locale, nach innen als Zäpfchen vorspringende Verdickungen (*a*), auch, meist aut grössere Strecken vertheilte, stärkere Partien (*b*). Nicht immer sind diese Zäpfchen die Reste der resorbirten Querwände der Gliedzellen des sich entwickelnden Gefässes. Vergrösserung: 1000mal.

" 3. Tangentaler Längsschnitt durch das Hymenium zur Zeit der Sporenbildung. *P* steril bleibende Paraphysen, *B* die 0·0061—0·008 Mm., im Mittel 0·007 Mm. breiten; 0·04—0·07, im Mittel 0·05 Mm. langen Basidien. Die Enden derselben bilden als dünne Auszweigungen 2—5 Sterigmen (*St*), in der Regel

---

[1] Schacht, H., Lehrbuch. I, pag. 165, gibt für *Calocera* rosenrothe Färbung durch Schwefelsäure an, und vermuthet, dass die Gegenwart von Zucker diese Färbung bedinge.

[2] Unter Umständen wird die Behandlung der Präparate mit alkoholischer Jodlösung, besonders für die Eruirung des Verlaufes der Milchröhren werthvoll.

0·007—0·012 Mm. lang, deren oberes Ende zunächst köpfchenartig anschwillt (*A*), und später als Spore (*Sp*) abgegliedert wird. Das Exosporium zeigt bei der reifen 0·004—0·006 Mm., im Mittel 0·005 Mm. grossen Spore zierliche Stacheln. Die Basidien sowohl wie die sterilen Hyphen zeigen reichlichen Protoplasmagehalt, in den Paraphysenzellen häufig grosse Vacuolen, dessgleichen in ihnen und den Basidien Fettkörper und mit Hämatoxylin oder Saffranin leicht nachweisbare Zellkerne. *S* die subhymeniale Schicht, etwa 0·03—0·05 Mm. mächtig. Durch sie hindurch haben sich Äste der in der Trama verlaufenden Milchröhren bis zwischen die Basidien vorgeschoben. Vergrösserung: 800mal.

Fig. 4. Querschnitt durch den Stiel. Eine mehr oder minder mächtige, bei halberwachsenen Fruchtträgern 0·05—0·1 Mm. dicke Corticalschichte (*C*), aus sehr englumigen, selten über 0·003 Mm. dicken, septirten Hyphen gebildet, zeigt eine mehr oder weniger braune Färbung der Hyphenmembranen. Stellenweise ist diese Corticalschicht von Lücken *b* durchsetzt, welche sich später im Innengewebe vorfinden und immer mehr vermehren und durch Vertrocknen der Hyphenglieder der grosszelligen Gewebegruppen *a* sich bilden; man sieht die Reste der eingeschrumpften Hyphen, besonders nach Färbung der Präparate mit Methylviolett etc., wie dickere oder dünnere Stränge — Plasmasträngen täuschend ähnlich — diese Höhlen durchziehen. Das Markgewebe *M* des Strunkes wird gebildet von einem zartmaschigen, etwas fahlgeblich gefärbten aus den cylindrischen englumigen Gliedern der Paraphysen bestehenden Hyphengewebe *d*, zwischen welchem zahlreiche grossmaschige Zellnester *a* gelagert sind. Dieselben werden indess nicht von einem aparten, unabhängigen Gewebe gebildet, sondern ihre blasigen Zellen sind nichts weiter als die Enderweiterungen von Seitenästen der septirten Hyphen *d*. Die in ihrem Längsverlaufe im Allgemeinen in der Längsrichtung des Stieles verlaufenden Hyphen *d* senden nämlich Verästelungen nach innen, deren Glieder blasig anschwellen und deren grösster Durchmesser demnach in der Richtung des Strunkradius liegt. Sie bilden so gleichsam 0·05 bis 0·17 und mehr dicke Säulen des grosslumigen Gewebes, deren Querschnitte je nach dem Durchmesser dieser den Strunk der Länge nach, oft auf beträchtliche Strecken ununterbrochen durchziehenden grossmaschigen Gewebepartien, als grössere oder kleinere, im engfädigen Hyphengewebe eingestreute Rosetten *a* erscheinen. Im Allgemeinen nimmt ihre Grösse gegen die Corticalschicht zu ab (bis zu 0·05—0·06 Mm. Diameter) und sie liegen dort weniger dicht wie im Markgewebe des Strunkes. Umlagert sind sie von den Querschnitten der nur im septirten engen Hyphengewebe *d* verlaufenden Milchsaftgefässe. Da diese jedoch — insbesondere was ihre Verästelungen betrifft — nicht lediglich der Längsrichtung

nach den Strunk durchziehen, trifft ein Querschnitt stets auch Stücke von solchen Milchröhren in deren Längsverlaufe. Die Rosetten, respective die Längssäulen des grossmaschigen Gewebes werden in der Regel in ihrer Mittelpartie von einer, sie der ganzen Länge nach durchsetzenden 0·007—0·03 Mm., im Mittel 0·01 Mm. im Durchmesser haltenden Hyphe durchzogen (Taf. II, Fig. 7 *C*), deren Querschnitt als das Rosettenmittelfeld erscheint. Ist diese Hyphe verzweigt, so zeigt die Mitte der Rosette nicht einen, sondern mehrere Zellquerschnitte (*f*), deren grösster dem Hauptstamme der Hyphe, die kleineren deren Verästelungen angehören. Oft fehlt diese Mittelhyphe indess ganz, und die Gruppen erhalten auch häufig eine viel unregelmässigere Anordnung ihrer Elemente.

Fig. 5. Radialer Längsschnitt durch den Stiel, den Verlauf der Milchsaftgefässe zeigend. *C* die Corticalschicht, *b* Lücken, von den collabirten Hyphen durchsetzt, *d* das englumige Hyphengewebe, *c* die, den Strunk in seiner Längsrichtung durchlaufenden Säulen grossmaschigen Gewebes, welche öfters sich verästeln (*g*) oder nach einem bestimmten Längsververlaufe durch Querzonen des Hyphengewebes getrennt sind. In *a* eine Rosette, zum Beweise, dass diese grossmaschigen Zellsäulen unter Umständen auch der Quere nach gelagert sind. Die Milchsaftröhren verlaufen nur selten und da nur streckenweise in dem grossmaschigen Gewebe; vorwiegend durchziehen sie, vielfach verzweigt und die Zweige in den verschiedensten Ebenen ausbreitend, den Strunk seiner Länge nach. Niemals wurden Queranastomosen zwischen zwei Hauptsträngen der Gefässe gefunden, sondern jedes durchläuft selbstständig mit seinem Verzweigungssysteme, ohne mit den benachbarten Milchsaftgefässen zu communiciren, den Stiel. In der Regel erscheinen an ihren durchschnittenen Enden ausgepresste Milchsafttropfen.

Auch in der Corticalschicht verlaufen die Milchröhren in colossaler Menge, doch ist in der Abbildung daselbst nur die eine oder andere gezeichnet. Häufig kommt es vor, dass ein Milchsaftgefäss derart verläuft, dass der eine Ast die rechte, der andere die linke Seite der blasigen Zellgruppen flankirt, indem er sich zunächst in die seitlichen, die einzelnen Nester trennenden Partien des engen Hyphengewebes ausbiegt und dann entweder nach unten oder nach aufwärts, nur auf der anderen Seite derselben seinen Längsverlauf fortsetzt. Nahe über- oder untereinander liegende derartige Seitenäste, die häufig die Hauptstränge kreuzen, kann man leicht irrigerweise für Queranastomosen derselben halten. Bemerkt mag werden, dass ein radialer Längsschnitt durch den Hut dasselbe Typenbild, wie unsere Figur zeigt, nur mit dem Unterschiede, dass im Hute die grossmaschigen Partien weit mehr überwiegen

und das sie trennende Hyphengewebe oft auf ein Minimum reducirt erscheint, so dass die Milchröhren noch gedrängter aneinander liegen. Vergrösserung: 160mal.

Tafel II.

Fruchtkörper von *Lactarius deliciosus.*

Fig. 6. Querschnitt durch das Markgewebe des Strunkes. Bei *C* wird die Mittelpartie der Rosette von einer verzweigten Hyphe eingenommen, deren Äste als kleinere Kreise neben dem Querschnitte des Hauptstammes erscheinen, während in *B* — der gewöhnliche Fall — eine unverzweigte Hyphe die Mittelpartie durchläuft. Man sieht diese, im Verhältnisse zur Grösse der blasigen Zellen nur sehr schmale Hyphe im Längsschnitte nur dann halbwegs deutlich, wenn derselbe eben zufällig — wie bei *C* in Fig. 7 — genau die Mittelregion der grossmaschigen Gewebegruppe trifft. Bei *A* tritt ein Zweig einer Milchröhre bis fast zur Mitte der Rosette heran, im Allgemeinen erscheinen aber die Milchröhren (*M*) quer durchschnitten, oder sind nur auf einer kurzen Strecke ihres Verlaufes sichtbar. Ein ganz ähnliches Bild bezüglich der Anordnung der Rosetten und Milchröhren zeigt der tangentale Längsschnitt durch das Gewebe des Hutes. Häufig sieht man in den grossen, blasigen Zellen Milchsafttröpfchen, doch scheinen dieselben nur durch die Präparation auf oder unter diese Zellen gelangt, und nicht direct aus den Milchröhren durch Communication derselben mit den Blasenzellen in diese zu gelangen. Letztere führen reichlich Protoplasma, dem zahlreiche Fetttröpfchen eingebettet sind. Da die Hyphen nach allen Richtungen sich verzweigen, sieht man auch im tangentalen Längsschnitte fast ebenso viele quer getroffen, wie im Querschnitte; daher die Ähnlichkeit der Bilder. Vergrösserung: 800mal.

„ 7. Radialer Längsschnitt durch den Hut, die Endpartie einer der grossmaschigen Gewebesäulen darstellend. Bei *C* sieht man die oben erwähnte, normal in der Mitte der Gruppe verlaufende Hyphe, welche im Querschnitte das Mittelfeld der Rosetten bildet. Die Blasenzellen treten nur stellenweise hart an sie heran, auf dem grössten Theile ihres Verlaufes ist sie durch grosse Zwischenräume (*A*) von der Nachbarschaft getrennt, ein Umstand, der auch in Querschnitten meist deutlich hervortritt, wie Taf. I, Fig. 4 *g*; Taf. II, Fig. 6 *C* zeigen. Die Hyphen *P* bestehen, soweit sie ausserhalb der grossmaschigen Gewebegruppen verlaufen, aus englumigen, meist 0·002—0·006 Mm. dicken, nur selten und das meist bloss an den Stellen, wo die Äste abgehen, 0·008—0·013 Mm. im Durchmesser haltenden Gliedzellen, deren Länge im Mittel 0·04 Mm. beträgt, selten unter 0·03 Mm. oder über 0·04 Mm. fällt und führen zumeist völlig farblosen Saft, Fetttröpfchen und reichlich Protoplasma. Vergrösserung: 800mal.

Tafel III.

Fruchtkörper von *Lactarius deliciosus.*

Fig. 8. Stück eines ganz jungen Milchsaftgefässes aus dem Hute. Man sieht die Zusammensetzung aus einzelnen Zellen, deren Querwände noch völlig intact sind. Gefässdurchmesser 0·003 bis 0·005 Mm.; Gliedlänge 0·004—0·008 Mm. Die Zellen führen bereits den orangegefärbten Milchsaft und es heben sich ihre Kerne als helle Punkte besonders deutlich vom gefärbten Inhalte ab. Die Zellen zeigen ausser dem gefärbten Milchsafte deutlich Protoplasmabeleg ihrer Wandungen. Vergrösserung: 1000mal.

„ 9. Endigung eines jungen Milchsaftgefässes. Die Endzelle, beträchtlich länger als die weiter rückwärts folgenden Gliedzellen, ist vorne keulig angeschwollen und führt farblosen, grobkörnigen Inhalt, der wohl zum grössten Theile aus Protoplasma besteht. Nur gegen ihre Basis hin erscheint eine blasse, gelbrothe Färbung. Vergrösserung: 1000mal.

„ 10. Ein grösseres Endstück eines verästelten jungen Milchsaftgefässes vor der Resorption der Querwände der Gliedzellen. Durchmesser desselben im Mittel 0·008 Mm., Gliedlänge 0·008—0·01 Mm. Auch hier heben sich die Zellkerne und die Querwände der Gliedzellen besonders scharf vom Inhalte ab. Das Gefäss endet mit Gabelzellen *B*, deren successive Entwicklung sich aus *A* erschliessen lässt. Die feinen Endigungen sind auch hier farblos. Vergrösserung: 1000mal.

„ 11. Unverästelte Partie eines etwas älteren Milchsaftgefässes. Bei *A* ein sich entwickelnder Zweig. Diese jungen Milchsaftgefässe erscheinen öfters wurmartig gekrümmt, ohne aber jemals scharfe Biegungen oder Schlingen zu bilden. In noch früheren Stadien zeigen die, die späteren Milchröhren constituirenden Zellreihen noch ungefärbten Inhalt, der grobkörniges Aussehen zeigt, durch alkoholische Jodlösung gerinnt und sich in jenem für Protoplasma charakteristischen Tone gelb bis gelbbraun färbt. Mit Hämatoxylin etc. kann man in ihnen gut die Kerne sichtbar machen. Vergrösserung: 1000mal.

„ 12. Endglieder eines jungen Milchsaftgefässes. In der Endzelle befinden sich in farblosem Inhalte farblose Krystallnadeln, die aber keinem Kalksalze angehören. Die übrigen Glieder führen den normalen Milchsaft. Vergrösserung: 1000mal.

„ 13. Ein etwas älteres Milchsaftgefäss, noch aus nicht verschmolzenen Gliedzellen bestehend, die aber bereits beträchtlich grössere Durchmesser (0·009 Mm.) zeigen. Bei *A* ein sich eben entwickelnder, noch nicht septirter Zweig. Vergrösserung: 1000mal.

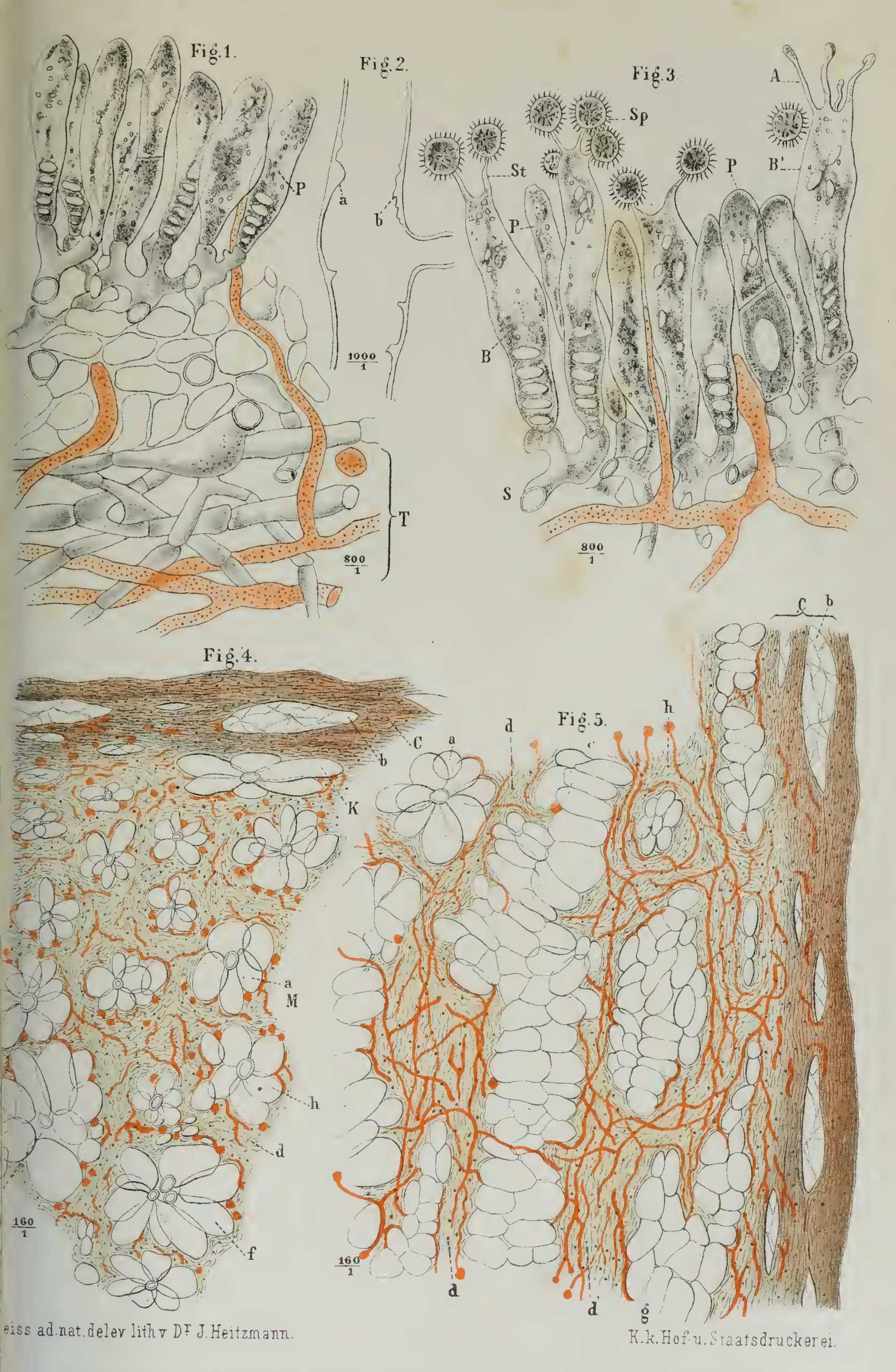
„ 14. Einfache Verzweigung, in zwei fast gleichstarke Stämme, eines noch weiter vorgeschrittenen Milchsaftgefässes. Der Durchmesser der

Gliedzellen ist auf 0·012 Mm. gestiegen. Die in den früheren Stadien (Fig. 8—13) mit sehr deutlicher doppelter Contour erscheinenden Querwände der Gliedzellen zeigen die Doppelcontour nicht mehr. Ob das von einem vor der Resorption Platz greifenden, durchwegs gleichmässigen Substanzverluste dieser Querwände herrührt, liess sich nicht entscheiden. So viel scheint aus Fig. 8—13 hervorzugehen, dass in jungen Stadien die Querwände der Gliedzellen eine viel beträchtlichere Dicke haben als die Seitenwände, deren Doppelcontour nur ausnahmsweise zu sehen ist. Vergrösserung: 1000mal.

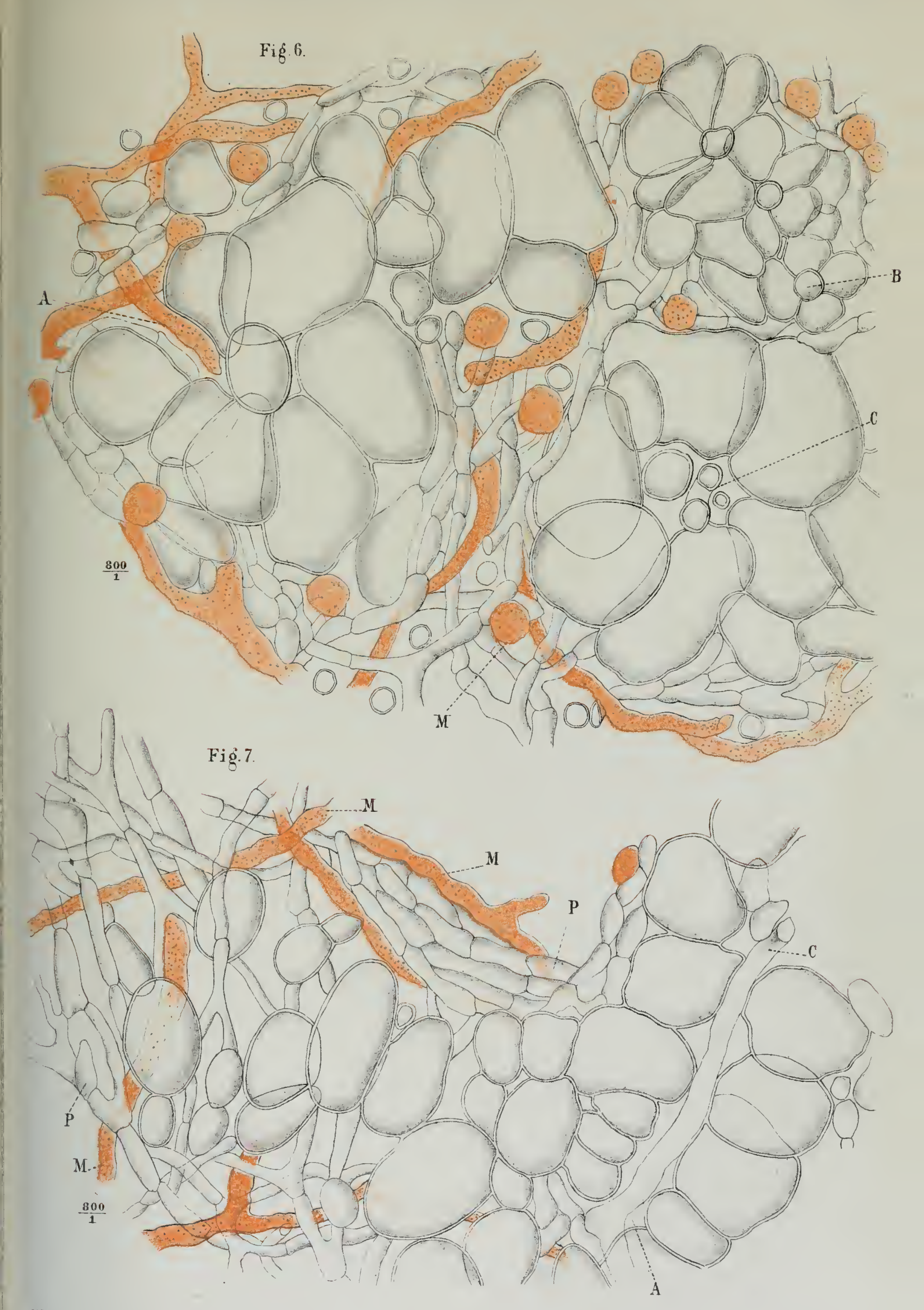
Fig. 15. Ende eines jungen, zwischen die grossblasigen Hyphenenden sich einschiebenden Milchsaftgefässes. Die Endzelle umfasst mit zwei farblosen, mit körniger Substanz (Plasma?) erfüllten Gabelarmen eine dieser Zellen, sich gleichsam zwischen sie und ihren Nachbarn hineindrängend. Ihr Inhalt zeigt nur dort, wo sie an die übrigen Gliedzellen grenzt, eine schwache, orange Färbung. Alles Übrige ist farblos. Vergrösserung: 800mal.

„ 16. Hyphen und ihre blasigen Endzellen der Seitenzweige aus dem Tangentalschnitte durch den Hut. Man sieht da deutlich, dass die grossen Zellen, welche im Längsschnitte die Gewebesäulen, im Querschnitte die Rosetten bilden, nichts weiter sind als die blasig heranwachsenden Endzellen der Äste jener Hyphen *h*, welche das engmaschige Zwischengewebe zwischen den Rosetten bilden. In der Regel treibt dabei die Hyphe *h* einen seitlich, oft unter nahezu rechtem Winkel abgehenden Ast *d*, der dann eine kurze birnförmige Zelle *a* zeigt, auf welche als Endglied eine grosse, blasenförmige *b* folgt. Ein und derselbe Hauptstamm einer Hyphe kann eine ganze Reihe solcher Sprossungen hervorbringen und daher kommt die oft äusserst symmetrische mauerförmige Anordnung dieser Zellen (Taf. I, Fig. 4). Nicht selten zeigen diese Blasenzellen schnabelartige Aussackungen, die im Querschnitte nach der Mitte der Rosette zu gerichtet sind, es kann auch vorkommen, dass statt einer Endzelle deren zwei (*b*) sich ausbilden. Diese blasigen Zellen erreichen eine Grösse von 0·02—0·05—0·07 Mm., die von ihnen gebildeten Rosetten einen Durchmesser von 0·05—0·12—0·17 Mm. und darüber. Vergrösserung: 800mal.

„ 17. Tangentaler Längsschnitt durch eine Hutlamelle, den Verlauf der Milchröhren in derselben zeigend. *H* das Hymenium (Basidienhöhe = 0·04 Mm.), *S* die subhymeniale Schicht (Dicke derselben 0·03 Mm.), *T* die Trama (Durchmesser 0·08 Mm.). Das Gros der Milchsaftgefässe verlauft in vielfach verästeltem Verlaufe in der Trama, nur wenige Äste dringen in die subhymeniale Schicht oder in das Hymenium ein. In der Trama selbst laufen sie oft so dicht neben einander, dass ihrer viele Hundert auf den Raum eines

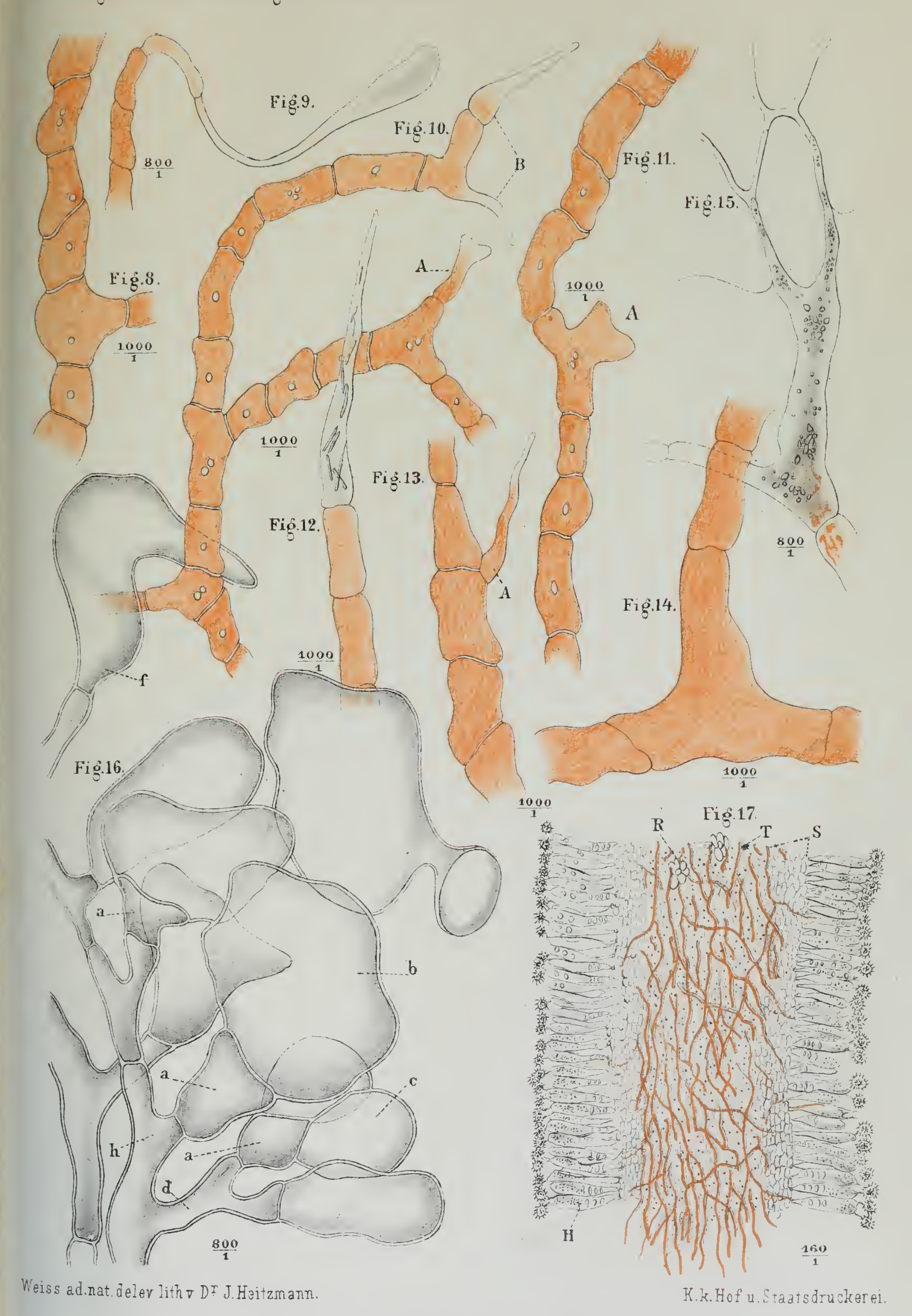


eiss ad. nat. delev lith v Dr J. Heitzmann. K. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

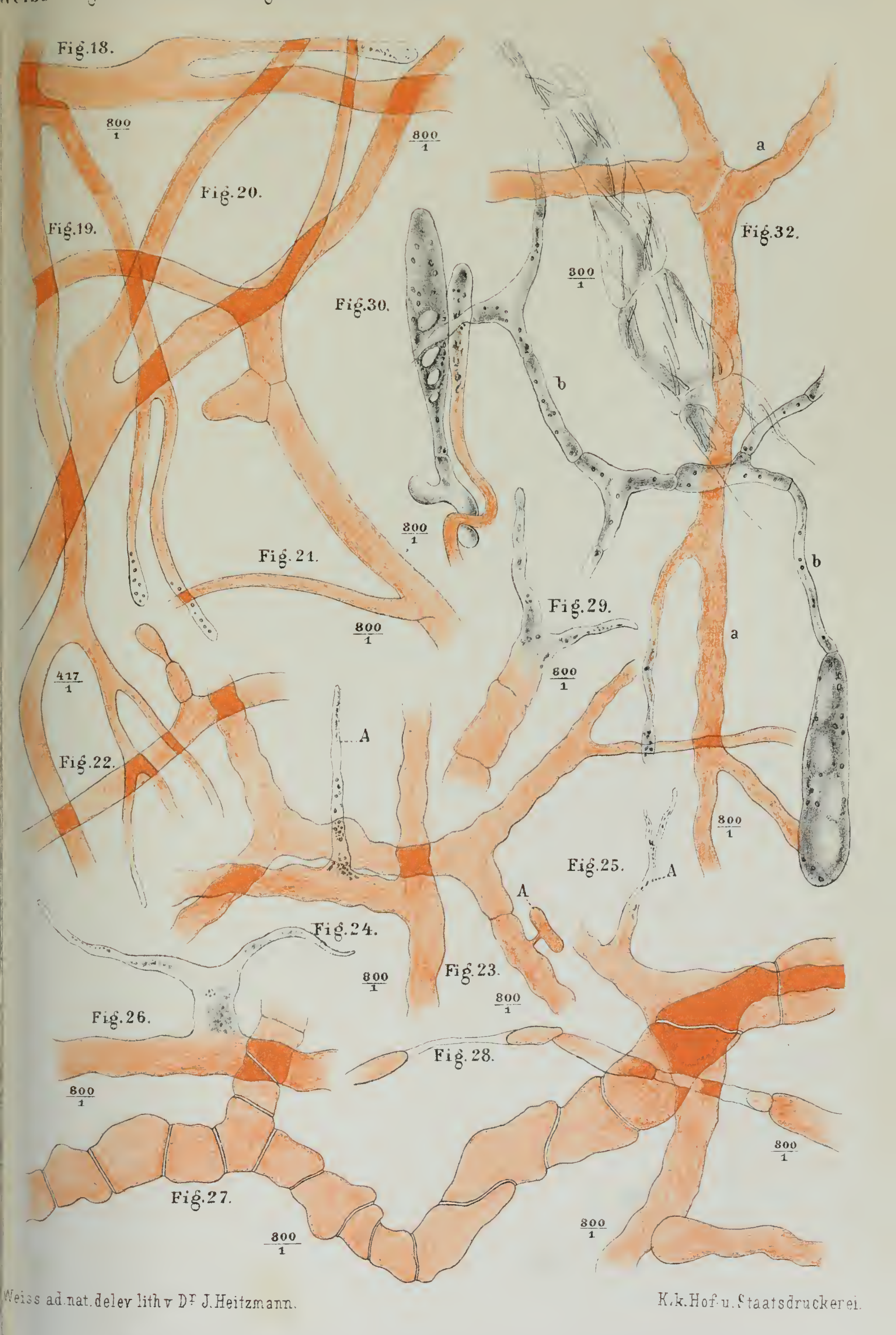


Weiss ad.nat.delev lith v. Dr. J. Heitzmann.

K.k. Hof u. Staatsdruckerei.



Weiss ad. nat. del. et lith. v. Dr. J. Heitzmann. K. k. Hof u. Staatsdruckerei.



Weiss ad nat. del ev lith v Dr J. Heitzmann. K.k. Hof-u. Staatsdruckerei.

□Millimeters kommen. Im Hute selbst sind sie in der auf die subhymeniale Schicht folgenden Innenzone von etwa 0·16 Mm. Dicke am zahlreichsten und stehen bis zu 900 auf dem Raume von 1 □Mm. Gegen die Lamellenbasis zu zeigt sie ein tangentaler Längsschnitt durch dieselbe vorwiegend im Querschnitte, sie biegen also dort von ihrem Horizontalverlaufe in der dem Hymenium nahe liegenden Hutpartie, in den senkrechten Verlauf um, den sie in der Lamelle bis zur Lamellenschneide dann verfolgen. Vergrösserung: 160mal. — Dasselbe Bild gibt ein Querschnitt.

Tafel IV.

Ausgebildete Milchröhren des Fruchtkörpers.

Fig. 18—22. Fertige Milchröhren. Jede Spur der Querwände der sie zusammensetzenden Zellen ist verschwunden; die Milchröhre hat einen Durchmesser von 0·009—0·017 Mm. erlangt. Man kann sie durch Behandlung der Schnitte mit Schwefelsäure, der sie kräftig widerstehen, und einen leichten Druck auf das Deckglas auf beträchtliche Strecken gleichsam isoliren. Sie treten durch die Schwarzfärbung ihres Inhaltes mit grösster Schärfe hervor. Die Milchröhren sind mannigfach und reich verästelt und die Zweige sprossen successive aus dem Hauptstamme hervor. Neue Auszweigungen bilden sich, so lange der Fruchtkörper noch wächst. Sie schliessen alle blind ab, häufig mit etwas aufgetriebenen, farblosen Enden. Niemals sieht man Verbindungen (Anastomosen) zweier verschiedener Gefässe unter einander. Vergrösserung: bei Fig. 19, 417mal; bei den übrigen 800mal.

„ 23. Ein reichverzweigtes Stück einer Milchröhre, welches an einem Aste eine Gliederung durch eine (stehen gebliebene?) Querwand zeigt, und aus dem in *A* eine eigenthümliche T-förmige Sprossung hervorgewachsen ist. Drehungen des Gefässes zeigten, dass man es nicht mit dem Projectionsbilde eines kurzen, in verschiedenen Ebenen verlaufenden feinen Ausläufers (wie etwa *A* in Fig. 24) zu thun hat. Vergrösserung: 800mal.

„ 24. Ein Stück eines Milchsaftgefässes, aus dessen Aste sich ein kurzer, senkrecht stehender und in eine farblose, feine Spitze auslaufender Fortsatz hervorgebildet hat. Vergrösserung: 800mal.

„ 25. Partie einer Milchröhre, aus welcher sich ein dessgleichen kurzer, aber an seinem Ende wieder gegabelter Fortsatz *A* entwickelt hat, wie solche ganz ausserordentlich häufig in der ganzen Ausdehnung der Milchröhren vorkommen. Vergrösserung: 500mal.

„ 26. Eigenthümliche Bildung eines kräftig angelegten, aber nicht weiter ausgebildeten Seitenzweiges, der anstatt zu einem langen Aste auszuwachsen, sich fast unmittelbar nach seiner Abzweigung zu zwei hörnerartigen, spitz endenden Fortsätzen verjüngt hat. Vergrösserung: 800mal.

Fig. 27. Ein 0·017 Mm. dickes, fertiges Milchsaftgefäss. Dasselbe zeigt noch ganz intacte Querwände wie im jugendlichen Zustande. Vergrösserung: 800mal.

„ 28. Ein Milchsaftgefäss, das durch Entleerung seines Inhaltes sich auf einen ausserordentlich kleinen Durchmesser zusammengezogen hat. Vergrösserung: 800mal.

„ 29. Gabelästige, farblose Endigungsglieder eines erst kurz entwickelten, noch gegliederten Milchsaftgefässes. Vergrösserung: 800mal.

„ 30. Endigung eines Milchsaftgefässes (Zweiges) in der Hymenialschicht. Dasselbe hat sich um die Hyphenäste der subhymenialen Schicht gewunden, und ist zwischen die Basidienschicht des Hymeniums hineingedrungen. Vergrösserung: 800mal.

„ 31. Stück eines Milchsaftgfässes aus einem jungen Fruchtkörper (Essigpräparat). Anstatt des gefärbten Milchsaftes finden sich in den etwas collabirten Gliedzellen farblose Krystallnadeln. Vergrösserung: 800mal.

„ 32. Stück eines fertigen Milchsaftgefässes. Zum Vergleiche der Dimensionen ist eine septirte Hyphe (*b*) dazu gezeichnet. Auch dieses fertige Milchgefäss zeigt bei *a* eine Unterbrechung durch eine Querwand. Vergrösserung: 800mal.